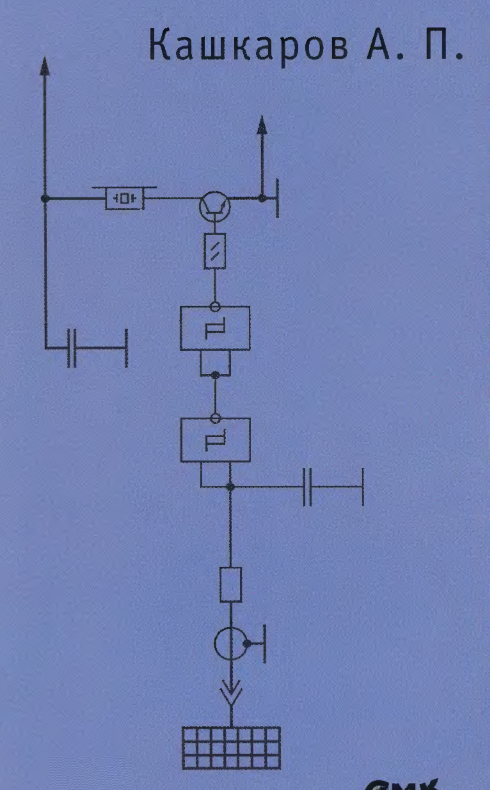
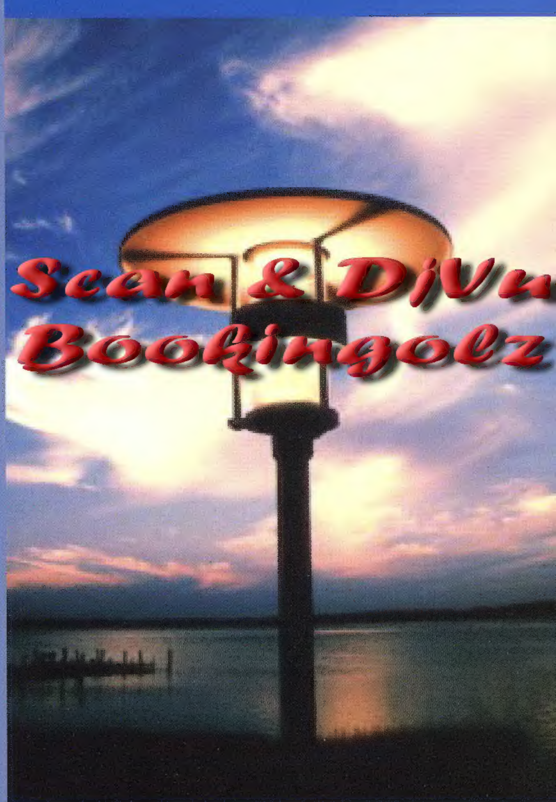
Кашкаров А. П.





ДМК
издательство

СОВРЕМЕННЫЕ БИО-, БЕНЗО-, ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРЫ И ДРУГИЕ ПОЛЕЗНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 644.12+683.96+697.35
ББК 31.293.-5+38.762
К31

Кашкаров А. П.

К31 Современные био-, бензо-, дизель-генераторы и другие полезные конструкции. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 136 с.

ISBN 978-5-94074-632-4

Книга о разных типах генераторов, преобразующих горючее топливо в тепло или электрический ток. Если тепловыми генераторами, функционирующими от продуктов сгорания дров или газа пропана, заменяющего бензин в автомобильных (и не только) двигателях внутреннего сгорания, в 11-м году XXI века никого не удивишь, то биогаз весьма перспективен именно потому, что его можно добывать везде, в том числе из естественных отходов жизнедеятельности. В век распространения альтернативных источников энергии эта книга является тематическим продолжением книги издательства «Ветрогенераторы, солнечные батареи и другие полезные устройства».

Для широкого круга читателей.

УДК 644.12+683.96+697.35
ББК 31.293.-5+38.762

ISBN 978-5-94074-632-4

СОДЕРЖАНИЕ

1.1. Значения и устройства утилизации органических отходов

Биогенератор является преобразователем энергии, устройством утилизации органических отходов, то есть анаэробной переработки органических отходов сельского хозяйства, пищевой промышленности в биогаз и органоминеральные удобрения.

Переработка отходов на биогазовой установке дает:

- **биогаз.** В процессе брожения из биоотходов вырабатывается биогаз. Он может использоваться, как и обычный природный газ, для обогрева помещения (с применением специальной горелки), выработки электроэнергии. Его можно сжимать, использовать для заправки автомобиля, накапливать, перекачивать. Таким образом, можно в реальных условиях иметь собственную газовую скважину;
- **электроэнергию.** Из одного кубического метра биогаза можно выработать 2 кВт часа электроэнергии;
- **тепло.** От охлаждения электрогенератора в специальной установке вырабатывается тепло без дополнительного сжигания газа;
- **биоудобрения.** Переброженная масса – это экологически чистые жидкие и твердые удобрения (биогумус). После применения данной методики урожаи в фермерском хозяйстве растут на 40–50%;
- **утилизацию или очистку.** Обычные органические отходы сельскохозяйственного производства (к примеру, коровий навоз) нельзя использовать, по крайней мере, 1 год (все это время надо хранить в лагунах). Биогазовая установка перерабатывает отходы в удобрение (биоудобрение), готовое к использованию;
- **топливо для авто.** Биогаз – после очистки от CO_2 – это прежде всего метан, которым заправляют автомобили.

1.2. Биотопливо

Биотопливо – это топливо из биологического сырья, получаемое, как правило, в результате переработки органических удобрений. Существуют даже проекты разной степени проработанности, направленные на получение биотоплива из целлюлозы и сахарного тростника, но эти технологии находятся в ранней стадии коммер-

циализации. Различают жидкое биотопливо (для двигателей внутреннего сгорания, к примеру этанол, метанол, биодизель), твердое биотопливо (дрова, солома) и газообразное (биогаз, водород).

1.2.1. Твердое биотопливо

Один из самых распространенных примеров биотоплива – обычные деревянные дрова.

Это древнейшее твердое топливо, используемое человечеством. В настоящее время для производства дров или биомассы выращивают специальные площадки «энергетического» леса, состоящие из сортов быстрооборачиваемых деревьев.

1.2.2. Биоэтанол

Биоэтанол – обычный этанол, получаемый в процессе переработки растительного сырья для использования в качестве биотоплива. Мировое производство биоэтанола в 2010 году составило 44,3 млрд литров, из которых 45% пришлось на Бразилию и 44,7% – на США. По Российской Федерации обработанных статистических данных нет.

Этанол в Бразилии производится преимущественно из сахарного тростника, а в США – из кукурузы. Производство этанола из тростника экономически более выгодно, чем из кукурузы. Интересно, что правительство США предоставляет производителям этанола налоговый кредит (но не субсидии) до $0,51 за галлон этанола. Бразильский этанол дешевле из-за низких заработных плат у сборщиков сахарного тростника.

1.2.3. Биометанол

Промышленное культивирование и биотехнологическая конверсия морского фитопланктона (микроводорослей) рассматривается как одно из наиболее перспективных направлений в области получения биотоплива.

В конце XX века рядом европейских стран совместно разрабатывался проект, ориентированный на создание промышленных систем с использованием прибрежных пустынных районов. Осуществлению этого проекта помешало общемировое снижение цен на нефть.

Первичное производство биомассы осуществляется методом культивирования фитопланктона в искусственных водоемах, создаваемых на морском побережье.

Вторичные процессы представляют собой метановое брожение биомассы и последующее гидроксилирование метана с получением метанола.

Основными доводами в пользу использования микроскопических водорослей являются следующие:

- высокая продуктивность фитопланктона (до 100 т/га в год);
- в производстве не используются ни плодородные почвы, ни пресная вода;
- процесс не конкурирует с сельскохозяйственным производством;
- высокая энергоотдача процесса на стадии получения метана и на стадии получения метанола.

1.2.4. Биобутанол

Химическая формула бутанола – $C_4H_{10}O$: это бутиловый спирт, то есть бесцветная жидкость с характерным запахом, широко использующаяся в промышленности.

1.2.5. Диметиловый эфир

Диметиловый эфир – экологически чистое топливо без содержания серы; оксидов азота в выхлопных газах на 90% меньше, чем у бензина. Применение диметилового эфира не требует специальных фильтров, но необходима переделка систем питания (установка газобаллонного оборудования, корректировка смесеобразования) и зажигания двигателя. Без переделки возможно применение на автомобилях с LPG-двигателями при 30%-ном содержании в топливе.

1.2.6. Биодизель

Биодизель – топливо на основе жиров животного, растительного и микробного происхождения, а также продуктов их этерификации.

Сырьем могут быть рапсовое (основной вид сырья в ЕС), соевое, арахисовое, пальмовое, кокосовое масла или любое другое маслосырец, отработанное подсолнечное и оливковое масла (использованные, например, при приготовлении пищи), а также животные жиры и иные отходы пищевой промышленности, в том числе некоторые водоросли.

В части получения энергии данная биосистема имеет существенные экономические преимущества, по сравнению с другими способами преобразования солнечной энергии.

С химической точки зрения биодизель представляет собой метиловый эфир, к слову, очень пахучий, имеющий концентрированный запах.

При его производстве в процессе этерификации масла и жиры вступают в реакцию с метиловым спиртом и гидроксидом натрия, служащим катализатором, в результате чего образуются жирные кислоты, а также побочные продукты, например глицерин, широко применяющийся в фармацевтической, парфюмерной и лакокрасочной промышленности. Биодизель (включая смесь B_20) в настоящее время признан Агентством по охране окружающей среды и Министерством энергетики США в качестве альтернативного горючего, соответствующего требованиям по защите атмосферного воздуха и окружающей среды. К тому же биодизель обладает рядом существенных преимуществ:

- нетоксичен (его токсичность составляет лишь 10% от токсичности поваренной соли);
- разлагается в естественных условиях (приблизительно за то же время, что и сахар);
- практически не содержит серы и канцерогенного бензола.

Кроме того, данный вид топлива при некотором снижении мощности двигателя (очень малом при использовании биодизеля в виде 20%-ной смеси с обычным дизельным топливом) обладает и чисто техническими преимуществами, которые включают в себя увеличение смазывающей способности, что продлевает жизнь двигателя, значительное снижение вредных выбросов (включая CO, CO_2, SO_2, мелкие частицы и летучие органические соединения), способствует очистке инжекторов, топливных насосов и каналов подачи горючего.

Биодизель показывает самые конкурентоспособные результаты среди различных альтернативных видов топлива – в сравнении с затратами как на полный жизненный цикл автомобиля, так и на проезд одного километра пути.

1.2.7. Получение биотоплива своими руками

Биомасса (древесина, солома, сено и другие виды) является возобновляемым источником энергии. Биомасса подвергается газификации, газ после очистки используется для генерации элекроэнергии. К примеру, из 25 т отходов древесины производится более 1,2 МВт·ч электроэнергии. Биомасса может смешиваться с другими отходами.

Полученное соединение может быть использовано в качестве исходного сырья для синтеза многих веществ, включая потенциальный

в качестве биотоплива диметилфуран (DMF), получаемый (в том числе) из необработанной кукурузной соломы в фермерском хозяйстве.

Получение биотоплива DMF весьма перспективно; хотя оно еще не получило широкого распространения в качестве топлива, многие считают, что оно обладает большими перспективами, чем этанол. Энергетическая емкость DMF сравнима с энергетической емкостью бензина и превышает этот показатель этанола на 40%. DMF уже зарекомендовал себя как хорошая добавка к бензину и может даже заменить бензин без существенных изменений оборудования автозаправочных станций. Дело встало за массовым производством данного вида топлива.

Раствор хлорида лития в качестве растворителя и хромсодержащего катализатора можно получать после разрушения целлюлозы и конвертации образующейся при этом глюкозы во фруктозу, потом происходит дегидратация, позволяющая понизить содержание кислорода (это важно для повышения энергетической емкости топлива); так получают промежуточный продукт HMF. На втором этапе процесса можно использовать водород для дальнейшего восстановления HMF в DMF.

Особое внимание хотел бы уделить получению биотоплива из подручных материалов и без применения «особых» промышленных технологий; то, что буквально лежит под ногами в любом фермерском хозяйстве или дворе (личном подсобном хозяйстве – далее ЛПХ), можно с успехом использовать на пользу и для экономии на сторонних энергоносителях.

1.2.8. Биотопливо из навоза

Отходы сельского хозяйства и пищевой промышленности позволяют получать энергию практически из ничего. Такими отходами могут быть навоз крупного рогатого (далее – КРС) и мелкого рогатого скота (далее МРС), свиней, птичий помет, отходы боен, пивная дробина, послеспиртовая барда, свекольный жом, канализационные стоки и др.

1.3. Биогазовая установка

Способ сбора и отвода биогаза и фильтрата включает подготовку основания, монтаж системы вертикального газового дренажа, послойную укладку отходов с пересыпкой изолирующими слоями, монтаж

системы горизонтального газового дренажа, изолирующее покрытие поверхности котла, на подготовленном основании в небольших котлованах, распределенных по площади фермерского хозяйства.

В котлованах устанавливают полимерные кольца с глухими стенками и днищем, на которых оборудуют колодцы вертикального газового дренажа, наращиваемые из полимерных колец с перфорированными гофрированными стенками. Укладку отходов производят послойно с пересыпкой изолирующими слоями из инертного материала, к примеру песка или шлака, в два этапа – сначала до середины полимерного кольца с гофрированными стенками, затем до проектной высоты слоя.

Систему горизонтального газового дренажа монтируют после первого этапа укладки отходов в отверстия полимерного кольца с гофрированными стенками в виде полимерных перфорированных гофрированных труб – с заглушками на концах.

Отвод биогаза и фильтрата производят газосборником и эрлифтом, установленным внутри колодца с помощью полимерных трубопроводов. Далее цикл повторяют до достижения газообразования либо – при наличии достаточного количества материала – последний слой отходов покрывают слоем наружной гидроизоляции из пленочного или иного материала.

Верхний конец колодца в каждом цикле наращивания оборудуют заглушкой с отверстиями (тяжелым колпаком) для полимерных трубопроводов отвода биогаза и фильтрата и выводят на высоту, превышающую отметку каждого слоя отходов. Укладку отходов производят последовательно слоями с повторением цикла работ по мере необходимости.

Внимание, важно!

Основной недостаток известного способа – в том, что имеется высокая вероятность искривления или обрыва горизонтальных трубчатых дрен с нарушением стыков дренажной системы при естественной усадке биомассы, а также забивки отверстий перфорированных трубчатых дрен влажными отходами при смещении защитного фильтрующего материала дрен.

На подготовленном основании из гидроизолирующего материала монтируют газовую дренажную конструкцию из жестко связанных труб, совмещающую функции вертикального и горизонтального газового дренажа. Перед укладкой на основание органические отходы сортируют, измельчают, засевают метаногенными микроор-

ганизмами, увлажняют, укладывают их насыпкой с верхней части газовой дренажной конструкции послойно в несколько этапов – до проектной высоты бурта, с пересыпкой каждого слоя отходов слоем глины.

Для герметизации слоев отходов глину следует орошать обеззараженным фильтратом или водой и подсушивать до образования твердой корки. При достижении проектной высоты бурта последний слой отходов герметизируют так же, как и нижние слои.

Получившийся биогаз отводят через газодренажную конструкцию, а фильтрат – с помощью гидродренажной системы, вмонтированной в гидроизолирующее основание, и далее обеззараживают.

После прекращения выделения биогаза переработанную микроорганизмами биомассу удаляют и используют в качестве сельскохозяйственного удобрения. Далее цикл переработки органических отходов повторяют.

Наиболее близким по техническому решению является «Способ сбора и отвода биогаза и фильтрата на полигонах твердых бытовых отходов в оврагах и складках местности» (патент RU № 2242299, кл. B09B 1/00, B09B 3/00, 2004).

Рекомендуемый способ получения биогаза и удобрения из органических отходов в отдельно взятом ЛПХ, на ферме или в крестьянском дворе существенно отличается от известных, описанных в патентной и научно-технической литературе, и позволяет получить следующие результаты:

- создать на своем участке экологически чистый генератор тепла на основе биотоплива;
- упростить способ переработки органических отходов;
- обеспечить надежность и полноту отбора биогаза из перерабатываемых отходов за счет газодренажной конструкции из жестко связанных труб, совмещающей функции вертикального и горизонтального газового дренажа;
- использовать переработанные органические отходы в качестве удобрения;
- сократить размеры земельных участков, отводимых на утилизацию отходов, за счет цикличности процесса переработки;
- минимизировать техногенное воздействие отходов на окружающую среду.

Такое решение может быть эффективно использовано для переработки органических отходов сельского хозяйства, растительных отходов пищевых предприятий, пищевых отходов населенных пун-

ктов в биогаз и удобрение с минимальной техногенной нагрузкой на окружающую среду.

Получение биогаза экономически оправдано и является предпочтительным при переработке постоянного потока отходов (стоки животноводческих ферм, скотобоен, растительных отходов). Экономичность заключается в том, что нет нужды в предварительном сборе отходов, в организации и управлении их подачей; при этом известно, сколько и когда будет получено отходов.

Получение биогаза, возможное в биогазовых установках самых разных масштабов, особенно эффективно на агропромышленных комплексах, где существует возможность полного экологического цикла.

Технология получения биогаза и переработки органических отходов в высококачественное удобрение путем анаэробного сбраживания, давно известная человечеству и успешно опробованная и применяемая в ряде стран, способна кардинально улучшить экономические, экологические и социальные условия в сельском хозяйстве. Биогазовые установки демонстрируют рекордную для технологического оборудования окупаемость – не более двух лет, а применение сброженного остатка в качестве удобрения обещает настоящий прорыв в повышении урожайности.

После подготовки сырья оно подается в метантенк, где происходит процесс ферментации сырья.

Метантенк можно условно разделить на три части: верхнюю – корку из крупных частиц, которые поднимаются пузырьками газа; среднюю – жидкую; и нижнюю, в которой скапливаются выпадающие в осадок грязеобразные массы. С течением времени верхняя корка становится настолько твердой, что мешает выделению биогаза, поэтому для нормального течения ферментации ее необходимо время от времени разрушать (перемешивать) за счет подогрева метантенка, что способствует ускорению процесса жизнедеятельности бактерий.

Метанопроизводящие бактерии имеются в самом сырье, и культуры их развиваются от одной до трех недель, пока не начнет выделяться газ.

Столь полезные выделения можно значительно ускорить (в 2–3 раза), если добавить в резервуар «закваску» из предыдущей партии уже перебродившего сырья. Бактерии проявляют активность в диапазоне температур от +5 до +75 °С и разделяются на три группы.

Психрофильные бактерии эффективно работают в диапазоне +5...+20 °С. При дальнейшем повышении температуры развиваются мезофильные бактерии, их рабочий диапазон +30...+42 °С. А при

еще более высокой температуре (до 70 °С) проявляется действие уже термофильных бактерий.

В процессе сбраживания выделяется недостаточное количество тепла, и для поддержания его нормального течения, особенно в зимнее время, необходимо осуществлять дополнительный подогрев сырья. Это можно использовать как эффективный фактор, регулирующий газообразование.

Перебродившая сырьевая масса, или шлам, может сразу же использоваться как удобрение для подкорневой подкормки сельскохозяйственных культур. Возможны также хранение и грануляризация шлама, после чего он может использоваться в качестве подкормки для КРС или как удобрение.

Влияние исходного сырья на выход биогаза

В табл. 1.1 представлена информация о влиянии исходного сырья на полезный выход готовой продукции в виде биогаза.

Таблица 1.1. Влияние исходного сырья на полезный выход готовой продукции в виде биогаза

Исходное сырье	Выход биогаза из 1 кг сухого вещества, л/кг	Содержание метана в газе,%
Трава	630	70
Мякина	612	62
Домашние отходы и мусор	600	50
Твердый осадок сточных вод	570	70
Ботва картофельная	420	60
Стебли кукурузы	420	53
Сосновая игла	370	69
Солома льняная	360	59
Солома пшеничная	340	58
Шелуха подсолнечника	300	60
Фекальные осадки	250–310	60
Конский навоз с соломой	250	56–60
Навоз КРС	200–300	60
Древесная листва	220	59

Из табл. 1.1 видно, что мякина, трава, картофельная ботва и даже стебли кукурузы по содержанию метана в газе и выходной массе продукции (относительно входного сырья) – наиболее предпочтительные составляющие для производства биогаза. Конский навоз и навоз крупного рогатого скота в этом списке занимает не первое место.

Фермерская же практика в Верховажском районе Вологодской области такова, что в качестве сырья, как было уже замечено выше, применяют смесь навоза КРС и сенаж из разнотравья, обильно сдобренных водой до влажности 60–70%.

1.4. Биогаз

Биогаз – газ, получаемый метановым брожением биомассы. Разложение биомассы происходит под воздействием трех видов бактерий.

В цепочке питания последующие бактерии питаются продуктами жизнедеятельности предыдущих.

Первый вид – бактерии гидролизные, второй – кислотообразующие, третий – метанообразующие.

В производстве биогаза участвуют не только бактерии класса метаногенов, а все три вида. В процессе брожения из биоотходов вырабатывается биогаз. Этот газ может использоваться как обычный природный газ – для обогрева, выработки электроэнергии. Его можно сжимать, использовать для заправки автомобиля, накапливать, перекачивать. По сути, как хозяин и полноправный владелец вы получаете собственную газовую скважину и доходы от нее. Регистрировать собственную установку пока еще нигде не нужно.

1.4.1. Состав и качество биогаза

50–87% метана, 13–50% CO_2, незначительные примеси H_2 и H_2S. После очистки биогаза от CO_2 получается биометан; это – полный аналог природного газа, отличие только в происхождении.

Поскольку лишь метан поставляет энергию из биогаза, целесообразно для описания качества газа, выхода газа и количества газа все относить к метану, с его нормируемыми показателями.

Объем газов зависит от температуры и давления. Высокие температуры приводят к растяжению газа и к уменьшаемому вместе с объемом уровню калорийности, и наоборот. При возрастании влажности калорийность газа также снижается. Чтобы выходы газа можно было сравнить между собой, необходимо их соотносить с нормальным состоянием (температура 0 °С, атмосферное давление 1 бар, относительная влажность газа 0%). В целом данные о производстве газа выражают в литрах (л) или кубометрах метана на килограмм органического сухого вещества (оСВ); это намного точ-

нее и красноречивее, нежели данные в кубических метрах биогаза в кубометрах свежего субстрата.

1.4.2. Сырье для получения биогаза

Перечень органических отходов, пригодных для производства биогаза: навоз, птичий помет, зерновая и меласная послеспиртовая барда, пивная дробина, свекольный жом, фекальные осадки, отходы рыбного и забойного цехов (кровь, жир, кишки, каныга), трава, бытовые отходы, отходы молокозаводов – соленая и сладкая молочная сыворотка, отходы производства биодизеля – технический глицерин от производства биодизеля из рапса, отходы от производства соков – жом фруктовый, ягодный, овощной, виноградная выжимка, водоросли, отходы производства крахмала и патоки – мезга и сироп, отходы переработки картофеля, производства чипсов – очистки, шкурки, гнилые клубни, кофейная пульпа.

1.4.3. Расчет полезного биогаза в фермерском хозяйстве

Выход биогаза зависит от содержания сухого вещества и вида используемого сырья. Из тонны навоза крупного рогатого скота получается 50–65 м^3 биогаза с содержанием метана 60%, 150–500 м^3 биогаза из различных видов растений с содержанием метана до 70%. Максимальное количество биогаза – 1300 м^3 с содержанием метана до 87% – можно получить из жира.

Различают теоретический (физически возможный) и технически реализуемый выход газа. В 1950–1970-х годах технически возможный выход газа составлял всего 20–30% от теоретического. Сегодня применение энзимов, бустеров для искусственной деградации сырья (ультразвуковых или жидкостных кавитаторов) и других приспособлений позволяет увеличивать выход биогаза на обычной установке с 60% до 95%.

В биогазовых расчетах используется понятие сухого вещества (СВ или английское TS) или сухого остатка (СО). Сама по себе вода, содержащаяся в биомассе, не дает газа.

На практике из 1 кг сухого вещества получают от 300 до 500 л биогаза.

Чтобы посчитать выход биогаза из конкретного сырья, необходимо провести лабораторные испытания или посмотреть справочные

данные, а затем определить содержание жиров, белков и углеводов. При определении последних важно узнать процентное содержание быстро разлагаемых (фруктоза, сахар, сахароза, крахмал) и трудно разлагаемых веществ (целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин).

Определив содержание веществ, можно вычислить выход газа для каждого вещества по отдельности и затем сложить.

Когда биогаз ассоциировался с навозом (на селе такая ситуация сохранилась и сегодня – спрашивал в таежном районном центре Верховажье Вологодской области), применяли понятие «животной единицы». Сегодня, когда биогаз научились получать из произвольного органического сырья, это понятие отошло и перестало использоваться.

А ведь, кроме отходов, биогаз можно производить из специально выращенных энергетических культур, к примеру из силосной кукурузы или сильфия, а также водорослей. Выход газа может достигать до 500 $м^3$ из 1 т.

Свалочный газ – одна из разновидностей биогаза. Получается на свалках из муниципальных бытовых отходов.

1.4.4. Экологический аспект в использовании биогаза

Производство биогаза позволяет предотвратить выбросы метана в атмосферу. Метан оказывает влияние на парниковый эффект в 21 раз сильнее, чем смесь CO_2, и находится в атмосфере до 12 лет. Захват и ограничение распространения метана – лучший краткосрочный способ предотвращения глобального потепления. Вот где на стыке исследований выявляется еще одна, мало исследования пока область науки.

Переработанный навоз, барда и другие отходы применяются в качестве удобрения в сельском хозяйстве. Это позволяет снизить применение химических удобрений, сокращается нагрузка на грунтовые воды.

1.4.5. Производство биогаза

Различают промышленные и кустарные установки.

Промышленные установки отличаются от кустарных наличием механизации, систем подогрева, гомогенизации, автоматики. Наиболее распространенный промышленный метод – анаэробное сбраживание в метантенках.

Надежная биогазовая установка должна иметь необходимые части:

- емкость гомогенизации;
- загрузчик твердого (жидкого) сырья;
- непосредственно реактор;
- мешалки;
- газгольдер;
- система смешивания воды и отопления;
- газовая система;
- насосная станция;
- сепаратор;
- приборы контроля;
- система безопасности.

1.4.6. Особенности установки по производству биогаза

В промышленной установке отходы (сырье) периодически подаются с помощью насосной станции или загрузчика в реактор. Реактор представляет собой подогреваемый и утепленный железобетонный резервуар, оборудованный миксерами.

В реакторе «живут» полезные бактерии, которые питаются отходами. Продуктом жизнедеятельности бактерий является биогаз. Для поддержания жизни бактерий требуется подача корма – отходов, подогрев до 35 °С и периодическое перемешивание. Образующийся биогаз скапливается в хранилище (газгольдере), затем проходит систему очистки и подается к потребителям (котел или электрогенератор). Реактор работает без доступа воздуха, практически герметичен и неопасен.

Для сбраживания некоторых видов сырья в чистом виде требуется особая двухстадийная технология.

К примеру, птичий помет, спиртовая барда не перерабатываются в биогаз в обычном реакторе. Для переработки такого сырья необходим дополнительно реактор гидролиза. Он позволяет контролировать уровень кислотности, таким образом бактерии не погибают из-за повышения содержания кислот или щелочей.

Знаковые факторы, влияющие на процесс брожения:

- температура;
- влажность среды;
- уровень рН;

- соотношение C: N: P;
- площадь поверхности частиц сырья;
- частота подачи субстрата;
- замедляющие реакцию вещества;
- стимулирующие добавки.

1.4.7. Применение биогаза

Биогаз используют в качестве топлива для производства электроэнергии, тепла или пара или в качестве автомобильного топлива. Биогазовые установки могут использоваться как очистные сооружения на фермах, птицефабриках, спиртовых заводах, сахарных заводах, мясокомбинатах и как частный случай могут заменить даже ветеринарно-санитарный завод, где падаль может утилизироваться в биогаз вместо производства мясокостной муки.

1.4.8. Развивающиеся страны

В Индии, Вьетнаме, Непале и других странах строят малые (односемейные) биогазовые установки. Получаемый в них газ используется для приготовления пищи.

Больше всего малых биогазовых установок находится в Китае – более 20 млн (на конец 1990-х). Они производят около 7 млрд м^3 биогаза в год, что обеспечивает топливом примерно 60 млн жителей сельских территорий. Применение биогенераторов в Китае позволяет заменить 10,9 млн т условного топлива.

В Индии с 1981 до 2010 года было установлено 4,2 млн малых биогазовых установок.

В Непале существует программа поддержки развития биогазовой энергетики, благодаря которой в сельской местности еще к концу 2009 года было создано более 100 тысяч малых биогазовых установок.

1.4.9. Автомобильный транспорт

Автомобильные концерны Volvo и Scania производят автобусы с двигателями, работающими на биогазе; такие автобусы активно используются в городах Швейцарии: Берне, Базеле, Женеве, Люцерне и Лозанне. По прогнозам Швейцарской Ассоциации газовой индустрии, к 2012 году 15% автотранспорта Швейцарии будут работать на биогазе.

Муниципалитет Осло еще в начале 2009 года перевел на биогаз 80 городских автобусов из-за более приемлемой стоимости топлива и экологической безопасности. Стоимость биогаза в Европе составляет до 0,6 евро за литр – в бензиновом эквиваленте.

1.4.10. Потенциал использования биогаза в промышленных целях

По данным на конец 2010 года, Россия ежегодно накапливает до 300 млн т в сухом эквиваленте органических отходов: 250 млн т в сельскохозяйственном производстве, 50 млн т в виде бытового мусора. Эти отходы могут стать сырьем для производства биогаза. Потенциальный объем ежегодно получаемого биогаза, при соответствующей программе его использования, может составить 90 млрд м^3. Как долгосрочная перспектива использование биогаза может существенно снизить тарифы на услуги ЖКХ; хотя сегодня даже в крупных российских городах-мегаполисах – сие скорее из области мечтаний. О деревне и говорить нечего: сделать биогазовую установку совсем не сложно, но массовое изготовление на селе упирается в административные барьеры, один из которых немаловажный – безопасность окружающих людей. Покупать же готовые промышленные биогазовые станции сегодня под силу только крупным предприятиям и очень обеспеченным гражданам.

Тем не менее в мире биогазовым установкам дан «зеленый свет». К примеру, в США выращивается около 9 млн коров. Биогаза, получаемого из их навоза, достаточно для обеспечения топливом 1 млн автомобилей (если бы все они были оснащены соответствующими газовыми системами).

Среди промышленно развитых стран ведущее место в производстве и использовании биогаза по относительным показателям принадлежит Дании – биогаз занимает до 18% в общем энергобалансе страны. В Западной Европе не менее половины всех птицеферм отапливаются биогазом.

По количеству средних и крупных установок ведущее место занимает Германия – 8000 тыс. шт. На перспективу потенциал биогазовой индустрии Германии к 2030 году (по планам) оценивается в 100 млрд кВт·ч электроэнергии, что будет составлять около 10% от потребляемой страной энергии.

1.5. Принцип действия преобразователя биотоплива в биогаз

Получение биогаза и удобрения из органических отходов осуществляется с помощью специального устройства – биогенератора (рис. 1.1) – в следующей последовательности.

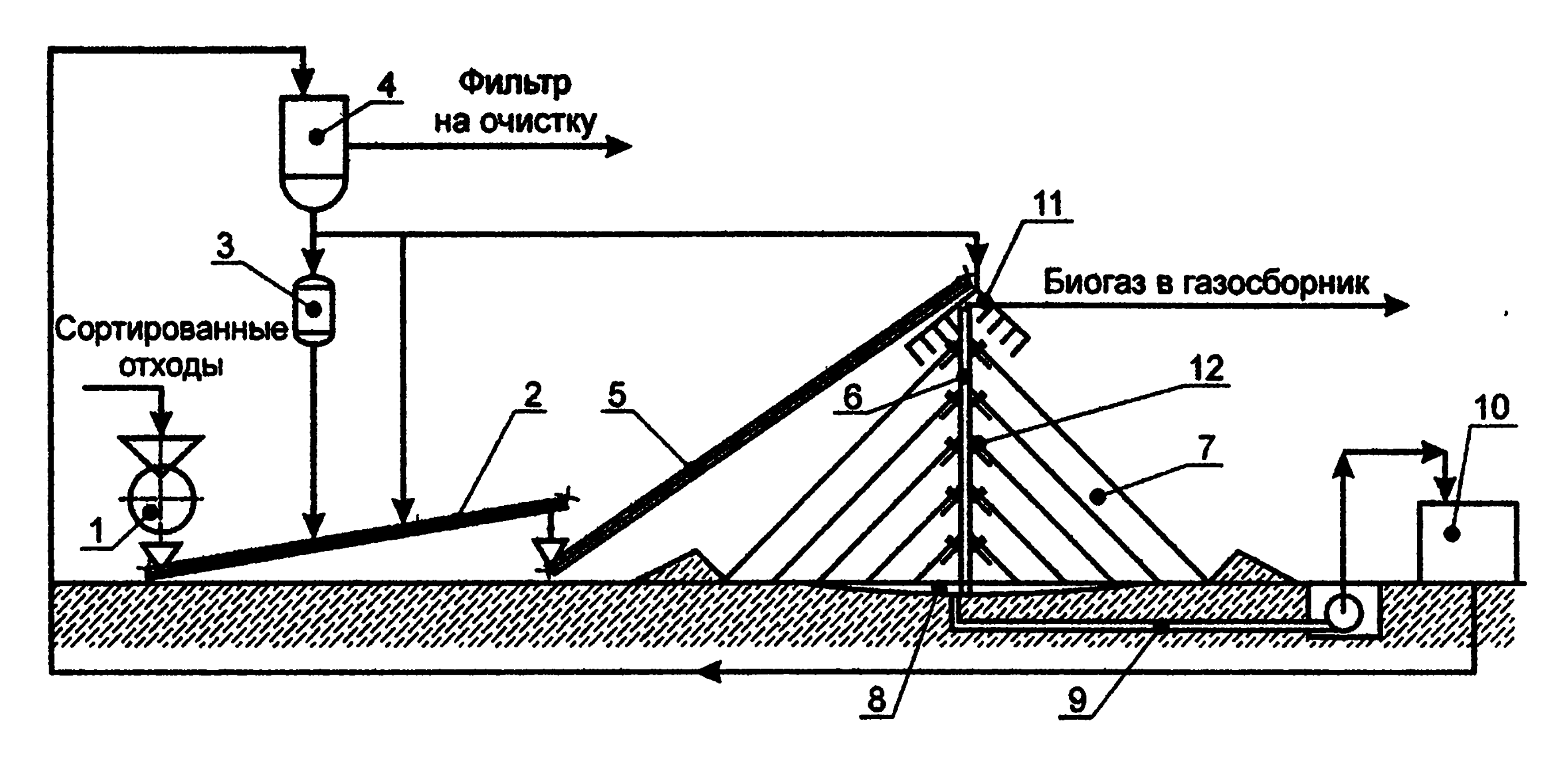


Рис. 1.1. Устройство получения биогаза и удобрения из органических отходов

Отсортированные органические отходы измельчаются в аппарате *1*. Измельченная биомасса перегружается транспортером *2* в транспортер *5*, при этом засевается метаногенной микрофлорой из засевного бака *3*, далее биомасса орошается обеззараженным фильтратом или водой из оросителя *4* до влажности 50–75%.

Следующим шагом увлажненная биомасса подается транспортером *5* в верхнюю часть газодренажной конструкции *6* и ссыпается вниз на специально подготовленное основание *8*.

Насыпка отходов производится послойно, в несколько этапов, до общей высоты бурта *7*, с регулярной пересыпкой слоев отходов слоями глины. Так, при достижении расчетной высоты первого слоя отходов он засыпается изолирующим слоем глины и герметизируется орошением глины, обеззараженным фильтратом или водой из оросителя *11* и подсушкой влажного слоя глины до образования твердой корки.

После герметизации первого слоя отходов он засыпается следующим слоем отходов до расчетной высоты и герметизируется анало-

гично. При достижении общей проектной высоты бурта *7* последний слой отходов герметизируется глиной так же,. как и нижние слои отходов.

Отбор биогаза из массива отходов осуществляется через газодренажную конструкцию *6*. Она монтируется в центре основания *8* и представляет собой жестко связанную конструкцию из труб, совмещающую функции вертикального и горизонтального газового дренажа. Трубы горизонтального газового дренажа радиально вмонтированы в трубу вертикального газового дренажа под углом, близким к 45° (угол естественного откоса сыпучего насыпного материала).

В местах стыков с вертикальной трубой горизонтальные дрены снабжены задвижками *12*, а с противоположной стороны они открыты и срезаны в нижней части под углом для увеличения площади входа биогаза. По мере герметизации слоев отходов задвижки *12* открываются.

Отбор фильтрата осуществляется гидродренажной системой *9*, вмонтированной в основание *8*, которое выполняется из твердого водонепроницаемого материала с уклоном к центру не более 15°.

Фильтрат, собираемый гидродренажной системой *9*, передается в сборник *10* и далее в емкость *4* для обеззараживания. После обеззараживания часть фильтрата поступает в засевной бак *3*, где засеивается метаногенными штаммами. При этом их часть расходуется на увлажнение биомассы и глины, а основная часть фильтрата передается на увлажнение свалки твердых или иных бытовых отходов хозяйственного двора либо (по усмотрению главы хозяйства) на удобрение земли под пашню.

По прекращению выделения биогаза содержимое бурта измельчается, просеивается для удаления механических включений и используется как органоминеральное удобрение. После очистки рабочей площадки цикл переработки органических отходов в биогаз и удобрение повторяется.

1.6. Промышленная биогазовая установка

Тем фермерам, кто имеет возможность приобрести промышленные биогазовые установки с большой производительностью, стоит обратить внимание на популярные биогазовые установки для сельского хозяйства производства АО Центр «ЭкоРос» и АО «Стройтехника – Тульский завод», «Юргинский машиностроительный завод»,

АО «Заволжский авторемонтный завод» (стоимость без учета газоиспользующего оборудования – 225 000 руб.).

Индивидуальная биогазовая установка для крестьянской семьи (ИБГУ-1) предназначена для экологически чистой безотходной переработки органических отходов, образующихся на крестьянском подворье (навоз, помет птицы, пищевые и твердые бытовые отходы), с получением газообразного топлива – биогаза и экологически чистых органических удобрений, лишенных патогенной микрофлоры, яиц гельминтов, семян сорняков, нитритов и нитратов, специфических запахов.

Принцип работы и проводки газа до потребителей представлен на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Схема работы промышленной биогазовой установки

В процессе биологической, термофильной, метангенерирующей обработки органических отходов образуются экологически чистые, жидкие, высокоэффективные органические удобрения. Эти удобрения содержат минерализованный азот в виде солей аммония (наиболее легко усваиваемая форма азота), минерализованные фосфор, калий и другие необходимые для растения биогенные макро- и микроэлементы, биологически активные вещества, витамины, ами-

нокислоты, гуминоподобные соединения, структурирующие почву. Одна тонна таких удобрений по своему эффекту на растение эквивалентна 80–100 т исходного навоза или других органических веществ.

1.6.1. Производительность

Суточный объем обрабатываемых отходов может колебаться от 50 до 200 кг. Суточный объем выделяемого биогаза, в зависимости от объема загружаемого сырья, колеблется от 3 до 12 м^3 с содержанием 55–60% метана и полным отсутствием сероводорода. 1 м^3 биогаза эквивалентен 0,6 м^3 природного газа, 0,7 л мазута, 0,4 л бензина, 3,5 кг дров, 12 кг навозных брикетов.

Влажность загружаемого сырья не должна быть менее 85% и более 93%. В качестве сырья для непрерывной работы установки с целью получения биогаза и удобрений можно использовать все органические отходы растительного и животного происхождения, накапливающиеся на крестьянском подворье: навоз, растительные остатки (ботва, травянистые растения, солома, стебли кукурузы, подсолнечника и др.).

1.6.2. Комплектность

В комплект установки входят биореактор-метантенк объемом 2,2 м^3; газгольдер мокрого типа объемом 3 м^3; лестница-эстакада; ковш-тележка; ручной подъемник (таль); бак для хранения удобрений. Комплект ИБГУ-1 производится серийно в полной заводской готовности, транспортируется на большегрузном автомобиле с полуприцепом и рассчитан на эксплуатацию в любых климатических зонах.

При экстремальных минусовых температурах окружающей среды с целью уменьшения тепловых потерь и удобства эксплуатации биореактор рекомендуется размещать в помещении.

1.7. Биогазовая установка своими руками

Если тепловыми генераторами, функционирующими от продуктов сгорания дров или газа пропана, заменяющего бензин в автомобильных (и не только) двигателях внутреннего сгорания, в 11-м году XXI века никого не удивишь, то биогаз весьма перспективен именно потому, что его можно добывать везде из... естественных отходов жизнедеятельности.

Проблема утилизации органических отходов на протяжении десятилетий кое-как решается в агропромышленном комплексе в крупных хозяйствах: навозом удобряют землю для стимуляции будущего урожая, есть хозяйства, практикующиеся на разведении червей (и последующей перепродаже... заядлым рыболовам в обычном и (!) даже консервированном виде; каждый зарабатывает как может. Тем не менее органические отходы могут приносить людям намного больше пользы. Для этого их необходимо переработать в жидкий газ.

На территориях крупных сельских хозяйств, занимающихся разведением КРС, крупных животноводческих, птицеводческих комплексов и ферм постоянно скапливаются миллионы тонн органики. Если навоз не вывозить на поля и не перерабатывать в биогенераторах, под угрозой окажется экологическое благополучие окружающей природной среды.

Навоз в качестве удобрения сразу использовать нельзя. Он должен отлежаться – так же, как и скошенная трава посредством естественных осадков должна превратиться в определенную субстанцию, перегной. Только тогда смесь можно использовать.

Кроме того, для переработки органических отходов требуются объемные резервуары –«лагуны», а также большие площади под склады, где во время хранения органика выделяет химические вещества с неприятным запахом: метанол, аммиак, сероводород, меркаптан, фенол и ряд других; у человека они вызывают заболевания верхних дыхательных путей и различные виды аллергии (при длительном нахождении в местах подобного хранения). На западе эта экологическая проблема успешно решена, и ни один крупный животноводческий комплекс не вводят в эксплуатацию без биоэнергетической установки для утилизации отходов. В Германии таких действующих установок около 50 тысяч. Поэтому мы в России пока действуем только как паровоз, нагоняющий опоздание.

В России не существует предприятия, которое бы централизованно, в серийном порядке изготавливало и поставляло биоэнергетическое оборудование для крупных животноводческих комплексов. Налажен выпуск установок только для мелких фермерских хозяйств (при этом стоимость такой установки – более 200 000 руб.). В Новосибирске можно приобрести «под заказ» когенерационный агрегат, который работает на биогазе, вырабатывает тепло и электроэнергию, необходимую для переработки отходов, с емкостью биореактора до 20 000 м^3. Сегодня стоимость одного такого крупного биогенератора 5 млн рублей, а зарубежного аналога – 1 млн евро.

Кроме утилизации органических отходов, биогазовая установка обеспечивает выработку биогаза или электроэнергии для внутренних нужд хозяйства. Особенно это актуально для экопоселений и хозяйств, расположенных обособленно от энергетических коммуникаций и коммунальной инфраструктуры, линий связи; на хуторах. Обеспечение электроэнергией с помощью альтернативных источников – ветра, солнца, биоресурсов – хорошо развито в Германии и Финляндии; в гостях у финского фермера Анти Каява (местечко Киурувеси в центральной Финляндии) мне удалось увидеть организацию фермерского хозяйства своими глазами. К слову, в стране Suomi государство обучает землевладельцев в специальных школах, где кроме экономики хозяйствования преподают и технические дисциплины – в частности, практические работы по установке и обслуживанию ветрогенератора, солнечных батарей и биогенераторов. У нас в России до такого планомерного обучения, да еще за счет государства, очень далеко. Отечественный агропромышленный комплекс нельзя назвать процветающим; скорее наоборот.

1.7.1. Особенности в сельской местности

Навоз выделяет газ – метан, который с полным правом можно назвать «голубым топливом», и углекислый газ (примерно в соотношении 40 и 60%). Поэтому у любого фермера есть потенциальная возможность отапливать дом и хозяйственные постройки – все производственные помещения – не с помощью дров и тем более относительно дорогого электричества, а с помощью биогаза.

Единственный (относительный) «минус» биогенератора – что вокруг него все-таки присутствует запах, особенно хорошо «озонирующий» воздух летом (в теплое время года). Поэтому рекомендуемый метод лучше всего подойдет тем, кто имеет недвижимость на хуторах, а не в густонаселенной деревне, где дворы соседей разделяет лишь общий забор.

1.7.2. Получение биогаза в «домашних» условиях

Конечно, для выделения газа можно жечь в печи что угодно, к примеру полиэтиленовые пакеты, и выделяемый продукт горения аккумулировать, а впоследствии использовать, но у фермеров, хозяйствующих на земле, есть и более малозатратный способ с применением буквально «подножного» сырья.

За сырьем далеко ходить не надо. Если вы держите корову, бычка, свиноматок или других животных и имеете навоз, энергетическую проблему решить несложно.

Выройте большую яму. Уложите в нее бетонные кольца максимального размера и накройте конструкцию железным колоколом-колпаком; чем больше вес колпака – тем лучше.

Трубы отводятся в сторону от агрегата – ближе к дому. Соберите в одно место навоз (его потребуется не менее 5 т), смешайте его с листвой и водой (пропорция ниже), выждите. Следующим шагом заполните пахучей массой установку и ждите. Уже через несколько дней купол начинает наполняться биогазом. Летом, когда жарко, процесс идет быстрее, зимой чуть медленнее.

По прошествии пары недель (после первого заполнения установки) раз в 3–4 дня стравливайте газ через вентиль, чтобы избежать избыточного накопления газов. Если газ не стравливать, может снести купол-колокол, «запирающий» газ в «колодце». В процессе эксплуатации установки, если заметите, что купол приподнимается от земли даже незначительно (на несколько сантиметров), сразу стравливайте избыток газа. Продукт этой простой установки реально помогает отапливать дом и обеспечивать приготовление еды и кормов. Русские печки, кроме как для блинов, больше не топим.

1.7.3. «Домашняя установка» биогазовой конструкции

Лучшее время для закладывания сырья – теплое время года: июль, август. Эти месяцы удобны тем, что земля достаточно прогрета и смесь, помещенная в «колодец», начинает бродить практически на второй день. В то время как в более холодное время запустить данный биогазогенератор тоже удавалось, но с применением определенной хитрости. Приходилось разогревать змеевидным ТЭНом уже уложенный в колодец компост, чтобы начался процесс брожения. Без искусственного разогрева в холодной земле (не летом) смесь тоже начнет бродить, но не сразу и более инертно.

Приготовление смеси

Смешать 1,5 т коровьего навоза и 3,5 т сгнившей листвы, ботвы и прочих отходов.

Добавить в смесь воды до консистенции 60–70% влажности.

Заложить смесь в яму и затворить колпак, присыпав его сверху землей горкой; консистенция начнет бродить и без доступа воздуха за несколько летних дней разогреется до 70 °С.

Время производства газа из навоза – 14–18 дней.

В день хорошо работающая установка вырабатывает до 40 м³ «голубого топлива». Пяти тонн смеси ей хватает на полгода.

Дополнительные меры

Чтобы купол под давлением газа не слетел с ямы, кроме присыпки сверху землей, к нему с помощью тросов можно прикрепить противовес.

Простейшая биогазовая установка предназначена для небольших фермерских хозяйств. Объем реактора установки от 1 до 10 м³ рассчитан на переработку 50–200 кг навоза (смеси с травой) в сутки.

Биогазовая установка содержит минимум составных частей для обеспечения процесса переработки навоза и получения биоудобрений и биогаза: реактор, бункер загрузки свежего сырья, устройство отбора и использования биогаза, устройство выгрузки сброженного сырья (см. рис. 1.3).

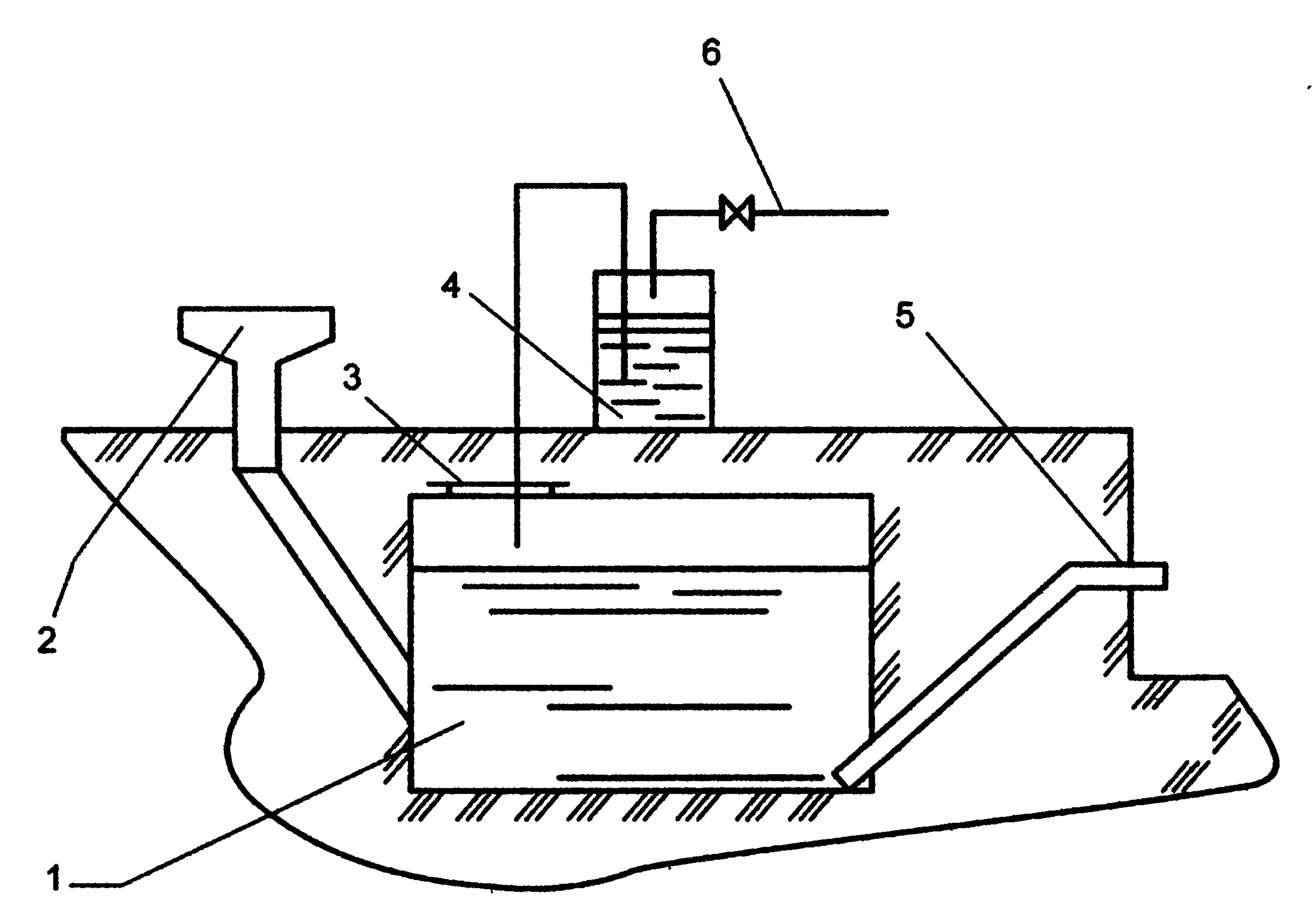


Рис. 1.3. Схема простейшей биогазовой установки для изготовления своими руками с ручной загрузкой без перемешивания и без подогрева сырья в реакторе: 1 – реактор; 2 – бункер загрузки; 3 – люк для доступа в реактор; 4 – водяной затвор; 5 – выгрузочная труба; 6 – отвод биогаза

Биогазовая установка может быть использована без подогрева и перемешивания в южных районах в температурном режиме от 5 °С до 20 °С. Вырабатываемый биогаз по герметичным трубам сразу направляется на использование в бытовых приборах (печах).

Переработанная масса удаляется из реактора биогазовой установки через выгрузочную трубу в момент загрузки очередной порции сырья или за счет давления биогаза в реакторе установки. Выгружаемая сброженная масса попадает в емкость для временного хранения, которая по объему должна быть не менее объема реактора.

Учитывая простую схему небольшой установки, сделать ее своими руками может любой фермер.

При самостоятельном изготовлении простейшей биогазовой установки своими руками рекомендуется придерживаться следующего порядка:

- после определения ежесуточного объема навоза, накапливаемого в хозяйстве для переработки в биогазовой установке, и выбора нужного объема реактора выбрать месторасположение реактора и заготовить материалы для реактора биогазовой установки;
- затем осуществляются монтаж загрузочной и выгрузочной труб и подготовка котлована для биогазовой установки;
- после установки реактора в котлован производится монтаж загрузочного бункера и газоотвода, после чего устанавливается крышка люка, который будет использоваться для технического обслуживания и ремонта реактора;
- затем производятся проверка реактора на герметичность, окраска и теплоизоляция установки.

При работе биогазовой установки выделяется опасный горючий, взрывоопасный биогаз, поэтому, создавая установку своими руками, помните о технике безопасности.

1.8. Газовый генератор

Сырьем, которое хотелось бы применять для двигателей внутреннего сгорания, являются обрезки веток, дрова, торф, брикеты опилок; газогенераторы на твердом топливе могут работать на всем вышеперечисленном. А стоимость электроэнергии, которую дают газогенераторы на древесных отходах, состоит лишь из затрат на покупку и обслуживание электростанции. Именно фактор простоты получения

сырья делает «газогенератор на дровах» куда более экономичным, чем его собратья бензо- и дизель-генераторы, описанные во второй главе книги. Поскольку современный газогенератор может заменить даже инверторный бензогенератор.

Газогенераторы были разработаны на основе передовых достижений науки и техники еще в Советском Союзе.

Сегодня генераторы на основе твердого топлива переживают второе рождение. С его помощью можно существенно сэкономить свои средства.

Если бензо- или дизель-генератор работает на жидком топливе, то газовые генераторы предназначены для получения горючего газа (смесь СО, Н и др.) из твердого топлива влажностью до 40% (торф, уголь, дрова, сельхозяйственные и прочие отходы, способные гореть, окисляясь кислородом из воздуха). Газовые генераторы обеспечивают работу самых разных двигателей внутреннего сгорания: карбюраторных, инжекторных, дизельных. Но бензиновые электростанции и традиционные бензиновые генераторы небезопасны в части экологического влияния на окружающую среду; имеют вредные выбросы продуктов сгорания в атмосферу. Даже самый простой автомобильный газогенератор по сравнению со своим бензиновым «коллегой» сравнительно менее вреден по отношению к окружающей среде, так как октановое число генераторного газа равно 110–140, что заметно выше, чем у жидкого топлива. Полезен генераторный газ и для двигателей – он продлевает их ресурс. Поэтому газовые электростанции и двигатели совмещают в себе как минимум четыре положительных момента:

- наименее вредны для природы;
- дольше работают;
- имеют высокую надежность (ресурс наработки до отказа);
- экономичны для бюджета.

Эти факторы позволяют утверждать, что газогенераторы и газовые станции – это выгодное решение для фермеров, экологических поселений и большого числа людей, живущих как вне крупных городов вообще, так и в местах, удаленных от различных коммуникаций, в частности; а таких мест на территории России очень много.

Газовый генератор (далее – газогенератор) предназначен для термической переработки твердых и жидких топлив в горючие газы, осуществляемой в присутствии воздуха, свободного или связанного кислорода (водяных паров); получаемые в процессе его работы газы называются генераторными.

Горение твердого топлива в газогенераторе (в отличие от любой топки) осуществляется в изолированном слое и характеризуется поступлением количества воздуха, недостаточного для полного сжигания топлива (к примеру, при работе на паровоздушном дутье в газогенератор подается 33–35% воздуха от теоретически необходимого). Образующиеся газы содержат продукты полного горения топлива (углекислый газ, вода) и продукты их восстановления, неполного горения и пирогенетического разложения топлива (угарный газ, водород, метан, углерод). В генераторные газы переходит также азот воздуха. Процесс, происходящий в газогенераторе, называется газификацией топлива.

1.8.1. Устройство газогенератора

Что представляет собой газогенератор?

Это шахта, внутренние стенки которой выложены огнеупорным материалом. Сверху этой шахты загружается топливо, а снизу подается дутье. Слой топлива постоянно поддерживается на необходимом уровне колосниковой решеткой.

Подаваемое в газогенератор дутье вначале проходит через зону золы и шлака, где оно немного подогревается, а далее поступает в раскаленный слой топлива (окислительная зона, или зона горения), где кислород дутья вступает в реакцию с горючими элементами топлива.

Образовавшиеся продукты горения, поднимаясь вверх и встречаясь с раскаленным топливом, восстанавливаются до окиси углерода и водорода. При дальнейшем движении вверх сильно нагретых продуктов восстановления происходит термическое разложение топлива (зона разложения) и продукты восстановления обогащаются продуктами разложения (газами, смоляными и водяными парами). В результате разложения топлива образуются вначале полукокс, а затем и кокс, на поверхности которых при их опускании вниз происходит восстановление продуктов горения.

При опускании еще ниже происходит горение кокса. В то же время в верхней части газогенератора происходит сушка топлива теплом поднимающихся газов и паров.

В зависимости от того, в каком виде подается кислород дутья, состав генераторных газов изменяется. При подаче в газогенератор одного воздушного дутья получается воздушный газ, теплота горения которого в зависимости от перерабатываемого топлива колеблется

от 3,8 до 4,5 МДж/м^3 (900–1080 ккал/м^3). Применяя дутье, обогащенное кислородом, получают парокислородный газ (содержащий меньшее количество азота, чем воздушный газ), теплота горения которого может быть доведена до 5–8,8 МДж/м^3 (1200–2100 ккал/м^3).

При работе газогенератора на воздухе с умеренной добавкой к нему водяных паров получается смешанный газ, теплота сгорания которого (в зависимости от исходного топлива) колеблется от 5 до 6,7 МДж/м^3 (1200–1600 ккал/м^3). И наконец, при подаче в раскаленный слой топлива водяного пара получают водяной газ с теплотой сгорания от 10 до 13,4 МДж/м^3 (2400–3200 ккал/м^3).

В зависимости от вида перерабатываемого твердого топлива различают типы газогенераторов для «тощего»топлива – с незначительным выходом летучих веществ (кокс, антрацит, тощие угли), для битуминозного топлива – со значительным выходом летучих веществ (газовые и бурые угли), для древесного и торфяного топлива и для отбросов минерального топлива (коксовая и угольная мелочь, остатки обогатительных производств).

Различают газогенераторы с жидким и твердым шлакоудалением. Битуминозные топлива обычно газифицируются в газогенераторе с вращающимся водяным поддоном, а древесина и торф – в устройстве большого внутреннего объема, поскольку перерабатываемое топливо имеет незначительную плотность. Мелкое топливо перерабатывается в газогенераторе высокого давления и во взвешенном или кипящем слое.

При эксплуатации газогенератора соблюдается режим давления и температуры, величина которых зависит от перерабатываемого топлива, назначения процесса газификации и конструкции устройства.

1.8.2. Газовый генератор электричества

Газовый генератор электричества – это силовой агрегат, применяемый для производства электроэнергии из природного газа. Газовый генератор электричества используется в качестве резервных или постоянных источников электроснабжения и может эксплуатироваться при отсутствии газопровода; в этом случае используется сжиженный газ.

Правильно подобранный газовый генератор электричества отличается более высоким ресурсом, по сравнению с дизельными и бензиновыми силовыми агрегатами.

1.8.3. Преимущества газовых генераторов

В электросетях общего пользования имеют место сбои, нарушение частоты тока, перепады напряжения, отключения. Это сказывается на работе всех (включая бытовые приборы) энергозависимых устройств. Возможны их поломки, выход из строя производственного оборудования.

При отсутствии автономного источника питания – газового генератора имеется риск выхода из строя подчас дорогостоящего оборудования. Избежать финансовых потерь и рисков помогут газовые генераторы как резервные или основные источники автономного энергоснабжения.

1.8.4. Газогенераторы на древесных отходах

Вследствие особенностей климата на большей части территории нашей страны человек проводит в закрытых помещениях до 80% времени. Для создания нормальных условий его жизнедеятельности необходимо поддерживать определенный тепловой режим. Помимо создания комфортных условий жизнедеятельности человека, тепло необходимо для обеспечения ряда технологических процессов в различных производствах.

Наряду с дефицитом топлива (в некоторых регионах) в части лесной и деревообрабатывающей промышленности скапливается большое количество первичных и вторичных древесных отходов. Даже при высокой степени их использования всегда остается много некондиционных отходов, которые могут быть употреблены только в качестве топлива. К примеру, количество отходов, образующихся даже на небольших мебельных фабриках, составляет от 45 до 63%.

В этой связи энергетическое использование древесных отходов является одним из важных направлений повышения эффективности фермерского хозяйства и умелого ведения технологических процессов в рыночных условиях.

1.8.5. Древесные отходы – экологически чистое топливо

Древесное топливо не содержит серы (в отличие от иного органического топлива), а также обладает малой зольностью (всего 1%) и стоит намного меньше, чем газ, уголь. Решая проблему утилизации

отходов деревообработки, одновременно можно получать дешевое и экологически чистое топливо.

Энергетические установки на базе газогенераторов на древесных отходах являются современным оборудованием, предназначенным для сжигания сыпучих древесных отходов с грануляцией (фракцией) до 30 мм и кусковых отходов длиной до 1 м с влажностью топлива 6–60%.

В состав оборудования входят: расходный бункер для сыпучего топлива с «ворошителем», шнековый транспортер подачи топлива, газогенератор, водогрейный котел и комплект оборудования системы автоматического управления. Оборудование предназначено для нагрева воды в системах теплоснабжения сушильных камер, а также для отопления жилых и хозяйственных помещений.

Опилки (стружка), щепа, отходы ДСП и ЛДСП, гранулы засыпаются в бункер, оснащенный ворошителем, и далее поступают в шнековый транспортер, работающий в автоматическом режиме «подача–пауза» в соответствии с заданной программой.

Шнековый транспортер осуществляет дозированную подачу топлива в газогенератор на древесных отходах, в котором происходит процесс газификации, процесс полного разложения топлива в горючие газы.

Факел горящего газа направляется в топку водогрейного котла, в котором происходит нагрев воды. Обрезки и кусковые отходы сжигаются непосредственно в топке котла.

Примером такой конструкции служит «вихревая топка» (газогенератор) с тепловой мощностью 800 кВт. Ее особенности таковы:

- при сжигании древесного топлива температура в топке любого водогрейного котла не превышает 750 °С, а при совместном использовании вихревой топки (газогенератора) с водогрейным котлом в результате полного термического разложения топлива температура топочных газов, поступающих в топку котла, достигает 1200–1450 °С, отложение сажи на поверхностях нагрева котла при этом минимально;
- получаемый газ имеет высокую калорийность (8,5 $м^3$ генераторного газа эквивалентно 1 кг мазута);
- превращение опилок (стружки) в горючий газ – газификация обеспечивает полное сгорание топлива, в результате чего достигается высокий КПД установки (88–92%);
- автоматическая подача топлива (опилки, стружки) обеспечивает их равномерное горение и поддерживает высокую точность

температуры теплоносителя, что особенно важно при использовании установок в системах теплоснабжения сушильных камер;

- в процессах, протекающих в вихревых топках (газогенераторах), происходит частичное разложение азотсодержащих органических соединений в бескислородной среде, благодаря чему содержание оксидов азота в дымовых газах значительно ниже предельно допустимой концентрации;
- вследствие полноты сгорания (по сравнению с современными газовыми горелками) дымовые газы содержат чрезвычайно мало оксида углерода и остаточных углеводородов (канцерогенных углеводородов).

Наиболее существенным недостатком древесных отходов как топлива является их нестабильная влажность, которая колеблется в пределах 6–60%. Сжигание древесных отходов высокой влажности приводит к снижению их теплотворной способности и, как следствие, к увеличению расхода топлива. Поэтому представляется целесообразным организовать предварительную подсушку древесных отходов любой формы – от чурок до опилок.

Газогенератор локализует много неудобств: избавит от частой смены баллонов или емкостей, что иногда сопровождается остановкой производственного процесса; от неподтвержденного или непостоянного качества газа.

Особенно удобно устанавливать газовые генераторы недалеко от пилорам, где скапливается много некондиционных отходов.

Для работы котельной топливо (древесные отходы) подается на склад; далее со склада – в расходный бункер. При помощи винтового транспортера топливо автоматически по заданному режиму подается в топку, где проходит три уровня:

- первый – уровень сушки;
- второй – уровень выделения летучих частиц и их возгорание;
- третий – уровень интенсивного горения.

Окончательное сжигание выделяемых газов происходит в топке котла.

1.8.6. Газогенераторные (пиролизные) котлы

Газогенераторные котлы в своей основе используют принцип пиролизного горения, их также именуют пиролизные котлы. Принцип работы пиролизного котла состоит в сжигании выделяемого из твердого топлива (дров) при высокой температуре газа.

Такое горение легче контролировать, КПД работы газогенераторных котлов значительно выше, при топке пиролизного котла сухой древесиной оно достигает 85%. На рис. 1.4 представлены угольные печи, установленные недалеко от д. Сметанино Верховажского района Вологодской области.

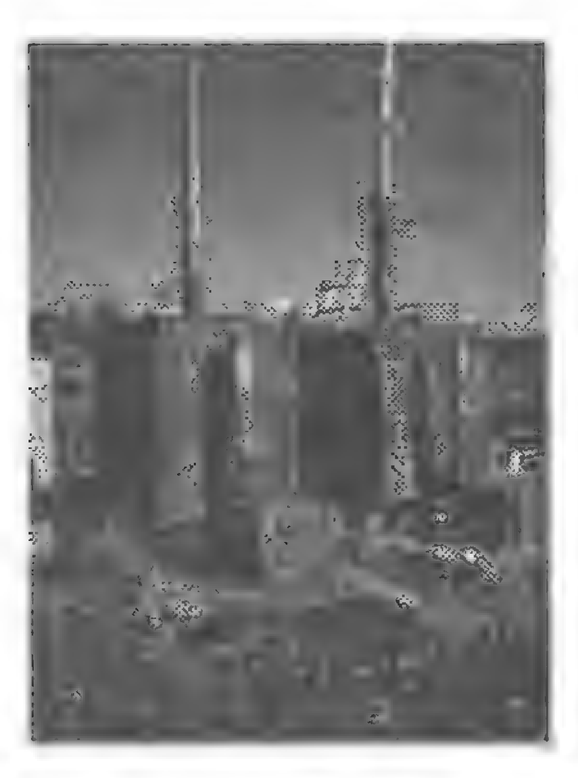


Рис. 1.4. Угольные печи-котлы

Газогенераторные (пиролизные) котлы имеют отличное от традиционных твердотопливных котлов устройство. Устройство пиролизного котла – многокамерное, с шиберами для приведения в необходимый режим работы. Наличие шиберов обусловливается тем, что для работы пиролизного котла в режиме газогенератора в закладочном бункере котла должна быть достаточно высокая температура (600–800 °С), а для первоначального прогрева его запускают в режиме традиционного твердотопливного котла.

Печь для производства древесного угля состоит из:

- топочного блока, который служит для сушки и разогрева древесины, находящейся в углевыжигательном блоке;
- углевыжигательного блока, в который загружается древесина в размере 2,5 м^3. Процесс углевыжигания длится 9–11 часов, в результате выход конечного продукта составляет 400 кг. Для слива конденсата в нижней части углевыжигательного блока предусмотрен сливной кран. Загрузка осуществляется вручную в загрузочный ящик. В верхней части углевыжигательного блока расположен предохранительный клапан;
- основания, которое служит для крепления топочного и углевыжигательного блока;
- пандуса, который служит для выгрузки ящика с конечным продуктом (углем).

Процесс производства угля состоит из следующих этапов.

Режим сушки

Сушка выполняется путем естественной циркуляции теплоносителя – дымовых газов с температурой, равной 140–160 °С, через пакет дров, помещенных в углевыжигательный блок. Продолжительность периода сушки зависит от исходной влажности древесины. Теплоноситель нужных параметров получают путем сжигания

древесных отходов в топочном блоке. Температура теплоносителя ограничивается уровнем, при котором еще не происходит пиролиз сырья, а лишь удаляется абсолютно большая часть исходной влаги, с 45–55% до 4–5%. На данной стадии из древесины выделяются в основном пары воды со следами эфиров и кислот.

Режим эндотермического пиролиза

При дальнейшем нагревании древесины температурный диапазон составляет 150–300 °С. На этой стадии исходное сырье полностью обезвоживается и переходит в полуобугленное состояние – бурую древесину. При этом выделяются простые газы и основная часть спиртов и кислот, а также часть смол. При температуре, близкой к 300 °С, начинается стадия экзотермического пиролиза, которая характеризуется самопроизвольным повышением температуры в углевыжигательном блоке без увеличения подвода тепла извне.

Режим экзотермического пиролиза

Экзотермический пиролиз происходит при температуре 300–400 °С. На этой стадии бурая древесина превращается в древесный уголь с 65–75%-ным содержанием нелетучего углерода. Оптимальный температурный диапазон составляет 350–380 °С, максимум с учетом погрешностей измерения и регулирования системы подачи теплоносителя – 400 °С.

Охлаждение угля

При окончании прокаливания уголь охлаждается до температуры, при которой исключается самопроизвольное его возгорание при контакте с воздухом.

Конечная температура охлажденного угля должна быть не более 85 °С, желательно иметь ее на уровне 40 °С.

В качестве сырья для производства угля используется береза. Рекомендуемый диаметр дров – от 60 до 200 мм при относительной влажности до 55%.

1.8.7. Пиролиз (сухая перегонка)

При достижении первоначального прогрева производят полную закладку камеры газогенераторного котла и приводят шибер в пиролизный режим работы. Газогенераторные котлы в этом режиме производят нагрев древесины в камере сгорания при практическом

отсутствии кислорода, в результате чего происходит разлагание древесины – на древесный газ и древесный уголь (кокс).

Горение древесного газа происходит в вышестоящей камере по принципу работы обыкновенного газового котла и может быть также автоматизировано. Такое сгорание отличается большим КПД и меньшим образованием золы в топке котла и внутри дымохода, а значит, газогенераторный котел нужно реже чистить и проводить его заправку. В условиях хорошей утепленности дома, правильной подборки котла и правильного разведения системы отопления одной закладки дров хватает на целые сутки работы при температуре окружающего воздуха ниже нуля.

Поэтому котлы пиролизного типа горят и сохраняют тепло дольше.

Пиролизные котлы на отечественном рынке уже давно не считаются редкостью. Российские твердотопливные пиролизные котлы долгого горения уверенно и прочно завоевывают популярность людей, разбирающихся в системах отопления на твердом топливе. Тем не менее пиролизные котлы в среднем в 1,5–2 раза дороже традиционных твердотопливных котлов.

Этому есть простое объяснение. Протяженность работы пиролизных котлов всего на одной загрузке дров в разы превышает период работы обычных дровяных и угольных твердотопливных котлов.

Газовые и биогенераторы при всей своей привлекательности, с точки зрения дешевизны вырабатываемой энергии, экологичности и дополнительных возможностей, в нашей стране остаются привилегией крупных промышленных предприятий, для которых энергетическая независимость, а также выигрыш в себестоимости за счет крупных объемов потребления являются ключевыми факторами при выборе энергоемких систем. Для бытового использования рекомендую привычные бензиновые и дизельные электростанции; часть из них рассмотрена в главе 2.

2 БЕНЗО- И ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРЫ

Портативные бензогенераторы также принято называть бензоэлектростанцией.

Бензоэлектростанции предназначены для автономного энергообеспечения – в походе, на даче, в гараже и мастерской. Возможно применение электростанций/генераторов ремонтными службами, небольшими автомастерскими и другими пользователями, которым необходимо простое и удобное решение для независимого энергоснабжения или в качестве аварийного источника питания.

Основная разница между бензо- и дизель-электростанцией (генератором) – в назначении, составе топлива и его особенностях. К примеру, бензоэлектростанция, как правило, очень компактна, имеет вес до 30 кг и относительно легко перемещается даже одним человеком, поэтому всегда есть возможность убрать ее на место постоянного хранения. Дизель-генератор – устройство стационарного использования, имеет дизельный двигатель в качестве основного. Он дает большую энергомощность, некоторые модели снабжены системой автозапуска при пропадании контролируемого напряжения, и перемещать его (без специального дополнительного оборудования) затруднительно. Если на улице (в холодное время года) оставлять в нерабочем состоянии дизель-электростанцию, то важно позаботиться о том, чтобы дизельное топливо (солярка) было залито «зимнего», незамерзающего типа.

Есть немало мест необъятной России, где достать любым способом дизельное топливо намного проще, чем бензин. Такие места, как правило, удалены от автомобильных и железных дорог, находятся в Сибири, за Уралом, на Дальнем Востоке, на севере страны, в степях Казахстана, да мало ли еще где... Здесь можно купить солярку у любого тракториста – таковы реалии времени, а за бензином придется еще куда-то проехать.

Тем не менее компактная бензоэлектростанция с запасом бензина, умещающимся в 10-литровую канистру, спасет вас и ваших близких в экстремальной ситуации (пока не подоспеет помощь), поскольку способна работать несколько часов без перерыва, давая на выходе единицы киловатт полезной мощности, вполне достаточной, впрочем, для локального освещения, небольшого нагревательного прибора или экстренной установки связи с внешнем миром. Я всегда транспортирую бензоэлектростанцию в автомобиле (см. рис. 2.1) при длительных поездках, особенно в незнакомой местности, благо позволяет место в кузове.



Рис. 2.1. В микроавтобусе удобно транспортировать компактную бензоэлектростанцию

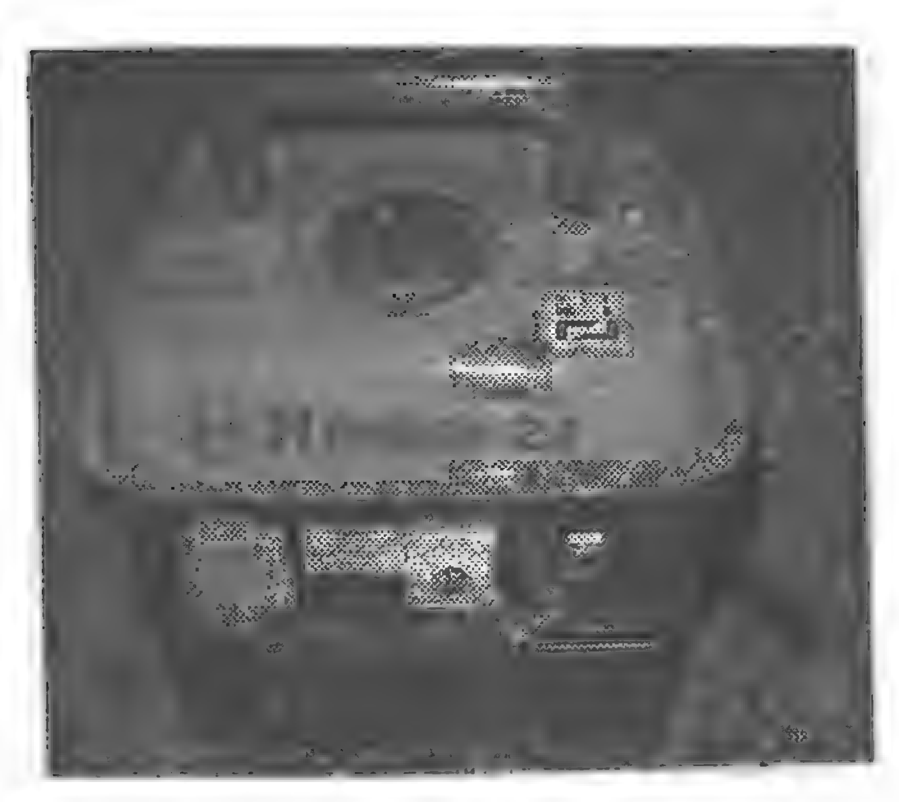


Рис. 2.2. Внешний вид компактной бензоэлектростанции Hammer GND 800A

Бензоэлектростанция Hammer GNR-800A (рис. 2.2) не раз выручала меня и моих товарищей. С ее помощью можно даже зарядить автомобильный аккумулятор и отремонтировать автомобиль с серьезной поломкой, требующей внимания на несколько часов.

Дизель-электростанции также широко распространены в качестве альтернативного источника энергии (относительно проводной осветительной сети 220 В), успешно работают в быту – в коттеджах и

прочих загородных домах, обеспечивая их энергоснабжение. О них мы еще поговорим подробнее ниже.

Небольшие бензоэлектростанции, как правило, дают относительно небольшую мощность – до 3–5 кВт, поэтому их применение локально.

Существуют модифицированные бензогенераторы, которые специально дорабатываются для того, чтобы для их функционирования можно было использовать газ. Разумеется, газ не магистральный, поскольку одно лишь подключение к магистральному газопроводу обойдется в разы дороже самого генератора. Такие бензогазоэлектростанции могут быть либо полностью переделаны для работы исключительно на сжиженном газе, либо превращаются в гибриды, которые используют как газ, так и бензин.

Подобные установки довольно удобны для использования в качестве редко перевозимых источников электроэнергии, поскольку с их помощью можно использовать более дешевый газ, а если он отсутствует – доступный практически везде бензин.

Хотя, учитывая постепенный рост стоимости газа, выигрыш в стоимости в сравнении с привычными дизельными генераторами вскоре будет сведен к минимуму и, вполне возможно, даже не будет оправдывать стоимости доводочных работ.

Теперь рассмотрим подробнее «плюсы» и «минусы» портативных бензоэлектростанций.

2.1. Портативные электростанции

Собственный, независимый источник электроэнергии – это не только желательное дополнение к оборудованию частного дома или солидного предприятия. В современной России это еще и необходимость, а также важная гарантия от возникновения ненужных финансовых и производственных проблем. К сожалению, даже в 11-м году XXI века нет 100%-ной гарантии бесперебойного обеспечения электроэнергии в любой точке территории России.

Вместе с тем для некоторых видов человеческой деятельности, таких, к примеру, как добыча полезных ископаемых или проведение аварийно-спасательных работ, автономный источник питания жизненно архинеобходим.

Отличительными особенностями современных электростанций являются экономичность, компактные размеры, различные кон-

структивные решения шумоподавления, наличие интеллектуальных устройств мониторинга и управления процессом выработки электроэнергии, переключения нагрузки, синхронизации генераторов с сетью и между собой.

Существует множество терминов для обозначения одного и того же оборудования, которое понимается под термином электростанция; вот этот несложный перечень:

- портативная электростанция;
- переносная электростанция;
- бензиновая электростанция;
- дизельная электростанция;
- газовая электростанция;
- бензогенератор;
- дизель-генератор;
- стационарная, промышленная, передвижная и контейнерная электростанция;
- генераторная установка.

Все они объединяются общим принципом работы – преобразованием тепловой энергии топлива в электрическую. КПД таких электростанций невысок: 25–30%.

Внимание, важно!

Кроме того, на выходе устройства мы получаем скорее скачкообразно меняющуюся амплитуду тока, нежели стабильную синусоиду, как, к примеру, в достаточно всем знакомой осветительной сети с напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Бензоэлектростанция тоже дает частоту тока с незначительными колебаниями в пределах 45–60 Гц (на выходном гнезде для подключения потребителей 220 В), однако прямое подключение (без стабилизирующего устройства) высокочувствительной к колебаниям напряжения бытовой радио- и электроаппаратуры (телевизора, музыкального центра и других устройств) может повредить эти устройства. Поэтому к простым и бюджетным (не имеющим в своем составе встроенного стабилизатора) бензоэлектростанциям рекомендуется подключать дополнительный стабилизатор напряжения. На внешней панели бензоэлектростанции находится стрелочный вольтметр, показывающий колебания выходного напряжения; даже по его показаниям очевидна мысль о стабилизаторе.

К слову, заряжать аккумуляторы, «запитывать» любую активную нагрузку (от выхода 220 В бензоэлектростанции) в виде ламп на-

каливания и нагревательных элементов можно напрямую – без стабилизатора напряжения.

Все бензо- и дизельные электростанции можно разделить:

- по назначению – бытовые, профессиональные (последние до 15 кВА);
- по способу применения – резервные, основные;
- по виду топлива – бензин, дизельное топливо, газ (сжиженный или магистральный);
- по исполнению – открытые, в шумопоглощающем корпусе, в контейнере, в кунге;
- по виду пуска – ручной запуск (для малогабаритных), электростартерный или автоматический;
- по фирме-производителю.

Основными и самыми популярными являются бензиновые и дизельные электростанции.

2.1.1. Бензиновая электростанция, или бензогенератор

В качестве первичного двигателя используется карбюраторный двигатель внутреннего сгорания (далее – ДВС) с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием. Часть энергии, которая выделяется при сгорании топлива, в ДВС преобразуется в механическую работу, а оставшаяся часть – в теплоту. Механическая работа на валу двигателя используется для выработки электроэнергии генератором электрического тока.

Топливо для бензогенератора – высокооктановые сорта бензина (А92, А95).

Применение антидетонационных присадок, смесей бензина со спиртами и прочего возможно только по согласованию с производителем. Конкретный состав и другие характеристики топлива, используемого для работы электростанции, определяет производитель двигателя.

Бензиновый генератор – это источник электроэнергии относительно небольшой мощности. Он подойдет в том случае, если планируется осуществлять резервное, сезонное или аварийное энергообеспечение объекта.

Внимание, важно!

Подобные агрегаты обычно имеют меньшие ресурс (3500–5000 моточасов в реалии, хотя эти данные еще пару лет назад производители

перестали указывать в паспортных данных) и мощность, по сравнению с дизель-генераторами, однако более удобны в эксплуатации за счет меньшего веса, габаритов и уровня шума при работе. Варианты использования и исполнения бензиновых электростанций: в качестве резервного источника электроснабжения малой мощности в стационарном исполнении, в качестве единственно возможного источника при проведении аварийно-спасательных и ремонтных работ, работ, выполняемых в полевых условиях и на удаленных объектах, для обеспечения электроэнергией различного рода передвижных объектов в носимом или мобильном исполнении.

Поэтому бензиновая электростанция – идеальный выбор для собственников малых предприятий (бензоколонка, магазин, коммерческая палатка, автовладельцы, владельцы ЛПХ – определение термина в первой главе книги), владельцев загородных домов, туристов, строительных бригад, телекомпаний и других желающих иметь автономный источник энергоснабжения небольшой мощности. Компактная и надежная, экономичная и малошумная автономная бензостанция возьмет на себя решение проблем с энергообеспечением.

Основные средние характеристики бензоэлектроагрегата

Удельный расход топлива, кг/кВт·ч – 0,3–0,45
Удельный расход масла, г/кВт·ч – 0,4–0,45
КПД, % – 0,18–0,24
Диапазон мощности бензоэлектроагрегатов, кВт – 0,5–15,00
Допустимое напряжение, В – 240/400
Диапазон рабочих режимов, % от ном. мощности – 15–100
Требуемое давление газа, кг/см^2 – 0,02–15
Ресурс до текущего ремонта (не менее), тыс. ч. – 2,5–4,0
Ресурс до капитального ремонта (не менее), тыс. ч. – 6,0–8,0
Затраты на ремонт, % от стоимости – 5–20
Вредные выбросы (СО), % – 2,55
Уровень шума на расстоянии 1 м (не более), дБ – 80.

Сравним эти параметры с конкретной бензоэлектростанцией Hammer GNR 800A, в течение двух лет активно эксплуатируемой автором. Вот эти технические характеристики бензоэлектростанции GNR 800 A:

- Устойчивый выход напряжения.
- Пониженный уровень шума.
- Компактный дизайн.
- Возможность зарядки 12-вольтовых аккумуляторов.

- Максимальная выходная мощность 0,8 кВА.
- Номинальная выходная мощность 0,75 кВА.
- Характеристики переменного тока 50 Гц – 230 В.
- Характеристики постоянного тока (отдельный выходной разъем) 12 В – 3 А.
- Тип генератора: бесщеточный, однофазный.
- Тип двигателя 2-тактный, одноцилиндровый, с воздушным охлаждением.
- Рабочий объем цилиндра 63 см^3.
- Степень сжатия 8,5/1.
- Топливо: автомобильный бензин АИ-92 в смеси с 2-тактным маслом (смесь в пропорции частей масло/бензин – 1:50).
- Емкость топливного бака 4,5 л.
- Номинальная продолжительность работы в непрерывном режиме 6 ч.
- Пусковая система: стартер с отдачей (по тому же принципу, что и бензопила и «бюджетный» лодочный мотор).
- Масса нетто/брутто 18/19 кг.
- Габаритные размеры 385×320×330 мм.

2.1.2. Основные достоинства бензиновых электростанций

Основные достоинства бензиновых электростанций следующие:

- относительно низкая стоимость оборудования по сравнению с дизельными и газовыми электростанциями;
- компактность и хороший показатель соотношения массы оборудования к величине вырабатываемой энергии;
- легкий пуск в условиях низких температур;
- невысокий уровень шума электростанции;
- простота эксплуатации.

2.1.3. Дизельная электростанция, или дизель-генератор

Автономные дизельные электростанции являются основными «рабочими лошадками» там, где по разным причинам централизованное электроснабжение недоступно либо качество его поставок оставляет желать лучшего. Ничего удивительного в широкой популярности дизель-генераторов нет, ведь именно они обеспечивают низкую сто-

имость вырабатываемой электроэнергии, а как следствие – быструю окупаемость установки. Большой моторесурс и долговечность также можно отнести к несомненным достоинствам дизель-генераторов.

В качестве первичного двигателя в дизель-генераторах используются двигатели внутреннего сгорания с воспламенением топлива от сжатия воздуха – дизели. Энергия, выделившаяся при сгорании топлива, в дизеле производит механическую работу и теплоту. Механическая работа на валу двигателя используется для выработки электроэнергии генератором электрического тока.

Для дизелей применяются дистиллятные и «остаточные» топлива. К дистиллятным топливам относятся дизельное (марки Л – летнее, З – зимнее, А – арктическое) и газотурбинное топлива. Остаточные (тяжелые) топлива представляют топливо моторное для среднеоборотных дизелей (марки ДТ и ДМ) и мазуты (марки Ф-5 и Ф-12). «Остаточные» (тяжелые) топлива используются в дизелях, оборудованных системами топливоподготовки (сепарации и подогрева), а также специальной топливной аппаратурой (ТНВД и форсунками).

Газодизель (двутопливный двигатель) работает при воспламенении газовоздушной смеси от самовоспламенения запальной дозы жидкого топлива (5–12% от цикловой порции при работе на жидком топливе). Газ – попутный нефтяной, шахтный, природный без предварительной очистки.

Области использования дизель-генераторов: в качестве резервного, вспомогательного или основного источника электроэнергии на предприятиях, в строительстве, аэропортах, гостиницах; узлах связи, системах жизнеобеспечения (и в ряде иных случаев) в автономном режиме или совместно с централизованными системами электроснабжения.

Основные характеристики и достоинства дизель-генераторов

Основные средние характеристики дизель-генераторов следующие:

- Удельный эффективный расход топлива, кг/(кВт·ч) – 0,184–0,220.
- Удельный расход масла,г/ КВт·ч – 0,30–1,40.
- КПД (без утилизации теплоты) – 0,39–0,47.
- КПД (с утилизацией теплоты) – 0,70–0,80.
- Мощность единичной установки, МВт – 0,10–5,00.
- Напряжение, кВ – 0,4–13.

- Диапазон рабочих режимов, % от номинальной мощности – 10–110.
- Ресурс до текущего ремонта (не менее), тыс. ч. – 10–60.
- Ресурс до капитального ремонта (не менее), тыс. ч. – 60–100.
- Срок службы двигателя (не менее),тыс. ч. – 150–300.
- Затраты на ремонт, % от стоимости – 5–20.
- Уровень шума на расстоянии 1 м (не более), дБ – 85.

Основные достоинства дизель-генераторов:

- низкая стоимость вырабатываемой электроэнергии;
- быстрая окупаемость;
- большой моторесурс и долговечность.

Необходимостью применения дизель-генераторов являются:

- резервирование мощностей для работы при отключении центральных сетей (аварийный режим);
- ограниченные возможности централизованных источников электроэнергии и тепла при расширении мощностей (вспомогательный режим работы параллельно с центральными сетями);
- высокие затраты на подвод электроэнергии и тепла (автономный режим);
- низкая себестоимость топлива для добывающих компаний и возможность реализации электроэнергии и тепла;
- возможность снижения зависимости от роста тарифов на электроэнергию и тепло.

Варианты исполнения дизельных электростанций:

- по способу защищенности от атмосферного воздействия: капотного, бескапотного, кузовного и контейнерного исполнений;
- по способу подвижности: стационарные и передвижные;
- по способу перемещения: на прицепе, полуприцепе, на автомобиле, на рамах-салазках, блочно-транспортабельные.

2.2. Как выбрать генератор (электростанцию)

Рассмотрим генераторные устройства с ограниченной выходной мощностью до 15 кВА и обычными (бензиновыми или дизельными) моторами.

Основой любой мини-электростанции (или генераторной установки) является двигатель – генераторный агрегат, состоящий из дизельного или бензинового двигателя и электрического генератора.

Двигатель и генератор напрямую соединены между собой и укреплены через амортизаторы на стальном основании. Двигатель оснащен системами (запуска, стабилизации частоты вращения, топливной, смазки, охлаждения, подачи воздуха и выхлопа), обеспечивающими надежную работу электростанции. Запуск двигателя – ручной или с помощью электростартера (автозапуск), работающего от стартерной 12 В аккумуляторной батареи.

В двигатель-генераторном агрегате используются синхронные или асинхронные самовозбуждаемые бесщеточные генераторы. Электростанция также может иметь панель управления и устройства автоматики (или блок автоматики), с помощью которых осуществляются управление станцией, контроль за ее состоянием и защита от аварийных ситуаций.

Максимально упрощенный принцип действия мини-электростанции состоит в следующем: мотор «преобразует» топливо во вращение своего вала, а генератор с ротором, связанным с валом двигателя, по закону Фарадея преобразует обороты в переменный электрический ток.

На самом деле не все так просто, и есть ряд особенностей. Зачастую происходят странные, на первый взгляд, ситуации, когда, например, при подключении обыкновенного «погружного» насоса типа «Малыш» с заявленной потребляемой мощностью 400 Вт или НБЦ-0,55 (с мощностью всего 550 Вт) к мини-электростанции 2,0 кВА насос отказывается работать. Ниже даны краткие рекомендации, которые помогут правильно ориентироваться при выборе станции.

2.2.1. Требуемая мощность электростанции

Для решения этой проблемы сначала необходимо определить приборы, которые планируется подключить, в основном это активные нагрузки.

Активные нагрузки

Самые простые, вся потребляемая энергия преобразуется в тепло (освещение, электроплиты, электронагреватели и др.). В этом случае расчет прост: для их питания достаточно агрегата с мощностью, равной суммарной мощности нагрузки.

Реактивные нагрузки

Все остальные нагрузки, включая телевизоры и электродвигатели. Они, в свою очередь, подразделяются на индуктивные (катуш-

ка, дрель, пила, насос, компрессор, холодильник, электродвигатель, принтер) и емкостные (блок питания с балластным конденсатором на входе).

У реактивных потребителей часть энергии расходуется на образование электромагнитных полей. Показателем меры этой части расходуемой энергии является так называемый cos. Мощность, деленная на cos, даст «реальное» потребление мощности.

Внимание: пример!

Пример: если на дрели написано 500 Вт и cos = 0,6, это означает, что на самом деле инструмент будет потреблять от генератора 500 : 0,6 = 833 Вт.

Надо иметь в виду также следующее: каждая электростанция имеет собственный cos, который обязательно нужно учитывать. Например, если он равен 0,8, то для работы вышеназванной дрели от электростанции потребуется 833 Вт / 0,8 = 1041 ВА.

Именно по этой причине грамотное обозначение выдаваемой электростанцией мощности – ВА (вольт-амперы), а не Вт (ватты).

Высокие пусковые токи

Любой электродвигатель в момент включения потребляет энергии в несколько раз больше, чем в штатном режиме. Стартовая перегрузка по времени не превышает долей секунды, поэтому главное – чтобы электростанция смогла ее выдержать, не отключаясь (автоматом защиты) и тем более не выходя из строя.

Обязательно необходимо знать, какие стартовые перегрузки способен выдержать тот или иной агрегат. Из-за высоких пусковых токов самыми бесполезными для рачительного хозяина приборами являются те, у которых отсутствует холостой ход.

Работа сварочного аппарата с точки зрения мини-электростанции выглядит как банальное короткое замыкание. Поэтому для их энергоснабжения рекомендуется использовать специальные генераторные установки либо применять «посредника» – сварочный трансформатор. У «погружного» насоса потребление в момент пуска может подскочить в 7–9 раз; поэтому маломощная бензоэлектростанция в данном случае почти бесполезна.

Основные торговые марки

Основные торговые марки мини-электростанций иностранного производства, представленные на российском рынке: Briggs&Stratton

(США), Energo (Япония), Geko (Германия), Eisemann (Германия), Generac (Англия), Honda (Япония), Daishin (Япония), Endress (Германия), L'Europea (Италия), Mitsubishi (Япония), SDMO (Франция), Sparky (Болгария), Wilson (Англия), Worms (Франция), Yamaha (Япония), Yanmar (Япония) и др. При этом у некоторых производителей (к примеру, у Yamaha) агрегаты на 100% состоят из комплектующих собственного производства, у других «своим» является только блок электрогенератора (в частности, у Energo) или двигатель (к примеру, у Honda). Остальные фирмы собирают мини-электростанции из моторов и генераторов стороннего производства. Все это также отражается на качестве продукции.

Класс агрегата, как правило, определяется качеством и культурой сборки, а также наличием у производителя инновационных технологий. Замечание: у большинства фирм, выпускающих мини-электростанции на основе своих комплектующих, продукция максимально сбалансирована.

Отечественных производителей агрегатов, к сожалению, немного (если говорить о диапазоне сравнительно небольших мощностей). Наиболее известны московская фирма «АМП Комплект», собирающая мини-электростанции из импортных двигателей и генераторов, и курское предприятие «Электроагрегат» – его продукция на 100% отечественная. Но это единицы примеров; в основном (сегодня) в специализированных магазинах вам предложат аппараты китайского производства.

Двигатель

Он справедливо считается главным и основным узлом установки. Именно его ресурс определяет срок жизни мини-электростанции: среднее время наработки на отказ у блока электрогенератора всегда в несколько раз выше, чем у мотора.

2.2.2. Профессиональные и бытовые агрегаты

Класс электростанции определяется используемым двигателем, а точнее его моторесурсом. В частности, у высококачественного профессионального бензинового мотора время непрерывной работы до первого вероятного отказа исчисляется в среднем 4–7 тыс. часов, тогда как у упрощенного дешевого «любительского» двигателя – всего лишь несколькими или даже одной тысячей.

Дизельные двигатели, как правило, обладают ресурсом, значительно большим, чем бензиновые, их потребление топлива экономичнее,

да и само дизельное топливо дешевле бензина и допускает менее жесткие условия по хранению, однако электростанция, собранная на базе дизельного двигателя, в 1,5–2 раза дороже аналогичной по мощности, но собранной на базе бензинового двигателя.

Поэтому выбор в пользу электростанции, собранной на базе дизельного двигателя, рационально делать в случае:

- использования электростанции в качестве основного источника электропитания (по крайней мере, в случаях длительного ее использования);
- использования однородного вида топлива (наличия агрегатов, работающих на дизельном топливе);
- электрических мощностей выше 10–12 кВА, на которых электростанции с бензиновыми двигателями практически не применяются.

Отличить современный бытовой двигатель от профессионального по внешним признакам не всегда просто. Если раньше на любительских мини-электростанциях широко применялись моторы с боковым расположением клапанов, то теперь сплошь и рядом – верхнеклапанные, производительностью примерно на 30% выше.

Кроме того, в процессе совершенствования технологий двигатели, считающиеся в данное время профессиональными, производитель через несколько лет переводит в категорию бытовых.

Внимание, важно!

Критерием принадлежности агрегата выступает наличие у него или, по крайней мере, возможность комплектации топливным баком большой емкости. Тем самым производитель изначально предусматривает длительную непрерывную эксплуатацию генераторной установки.

Другой атрибут надежности – частота замены масла. У профессиональных моторов этот показатель не ниже 100 часов непрерывной работы.

О многом способны поведать и «внутренности» двигателя. К примеру, если у него стенки цилиндра не чугунные, а алюминиевые, то перед вами наверняка любительский мотор (см. рис. 2.3).

Кроме того, обратите внимание на материал, из которого изготовлены фильтры (воздушный, топливный, масляный). У бытовых моделей, как правило, используется бумага, поэтому фильтры требуют периодической замены (периодичность – раз в 2 месяца при активной эксплуатации, или через каждые 150 моточасов).

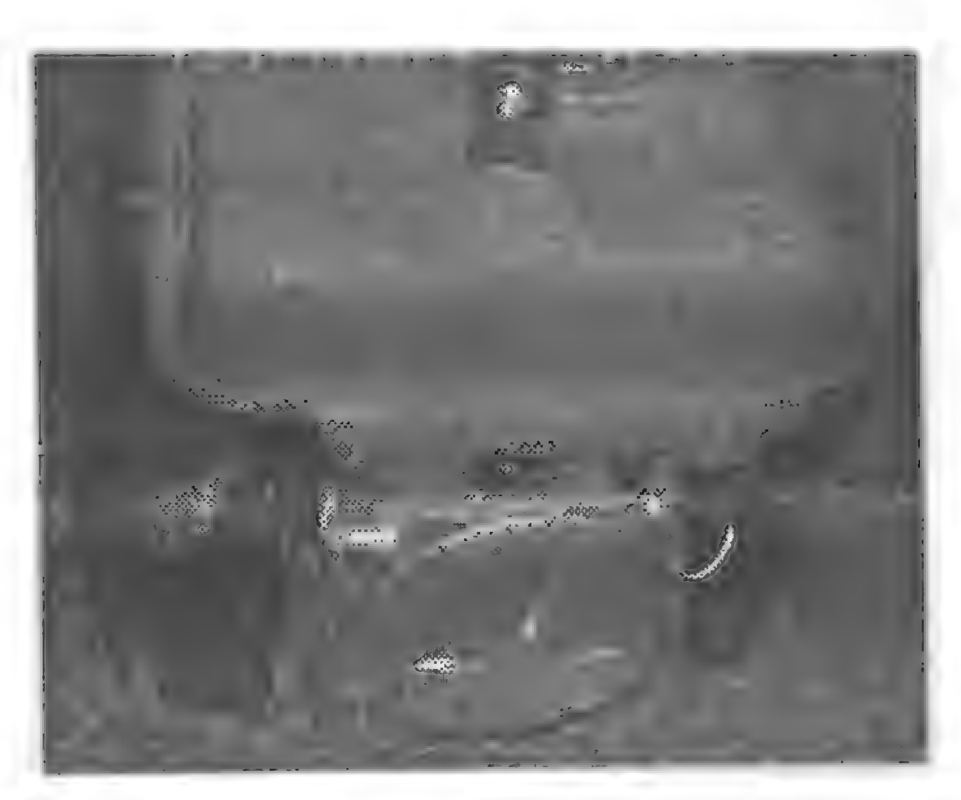


Рис. 2.3. Непрофессиональная бензоэлектростанция Hammer GNR 800A со стороны мотора

Иногда производители устанавливают на профессиональной и аналогичной ей по мощности бытовой мини-электростанции один и тот же мотор. Если это не маркетинговый ход, то такие агрегаты отличаются внешне: например, любительский может быть оборудован «урезанной» рамой, служащей в основном для переноски.

Двигатели с алюминиевым блоком цилиндра и боковым расположением клапанов характеризуются невысокой стоимостью, но и ресурс их невелик – порядка 1500 часов. Профессиональные двигатели – с чугунными гильзами цилиндров, верхним расположением клапанов и подачей масла к деталям под давлением (их ресурс приближается к ресурсу дизельных двигателей – 3000 часов, они характеризуются низким расходом топлива и пониженным уровнем шума).

Расположение клапанов можно определить по свече зажигания (см. рис. 2.4).

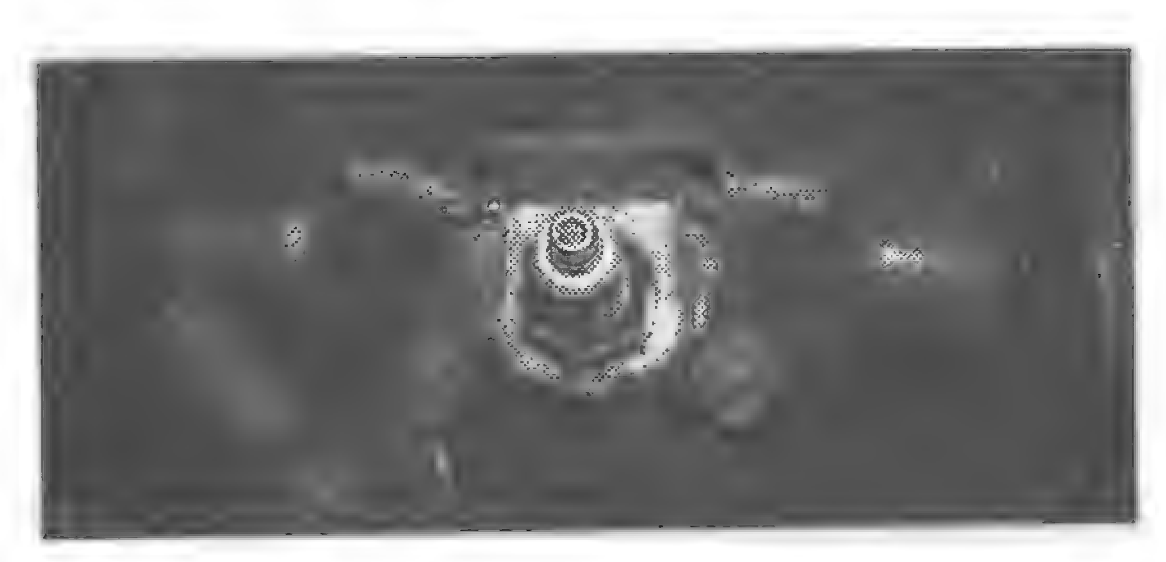


Рис. 2.4. Свеча зажигания на двигателе с боковым расположением клапанов

Основные мировые производители бензиновых моторов: Briggs& Stratton (США), Honda (Япония), Kubota (Япония), Lombardini (Италия), Mitsubishi (Япония), Robin (Япония), Suzuki (Япония), Tecumseh (Италия), Yamaha (Япония).

Отечественные бензиновые движки для агрегатов найти очень сложно, возможно, их выпускают в Перми, Санкт-Петербурге и Владимире.

Основные мировые производители дизельных моторов: Acme (Италия), Hatz (Германия), Honda (Япония), Iveco (Италия), Kubota (Япония), Lombardini (Италия), Robin (Япония), Yamaha (Япония), Yanmar (Япония) и др.

Отечественные дизели выпускают в Вятке, Туле, Челябинске, Владимире, Рыбинске, Ярославле.

Электрогенератор

Этот блок (другое его название – альтернатор) вырабатывает электрический ток. В зависимости от типа электрогенератора электростанция лучше справляется с теми или иными задачами. С точки зрения классификации, генераторы бывают синхронными и асинхронными. Синхронный генератор конструктивно сложнее: к примеру, у него на роторе находятся катушки индуктивности.

Асинхронный генератор устроен гораздо проще (рис. 2.5): его ротор напоминает обычный маховик. Как следствие такой генератор защищен от попадания влаги и грязи (имеет «закрытую» конструкцию). Синхронный и асинхронный генераторы отличаются своими возможностями.

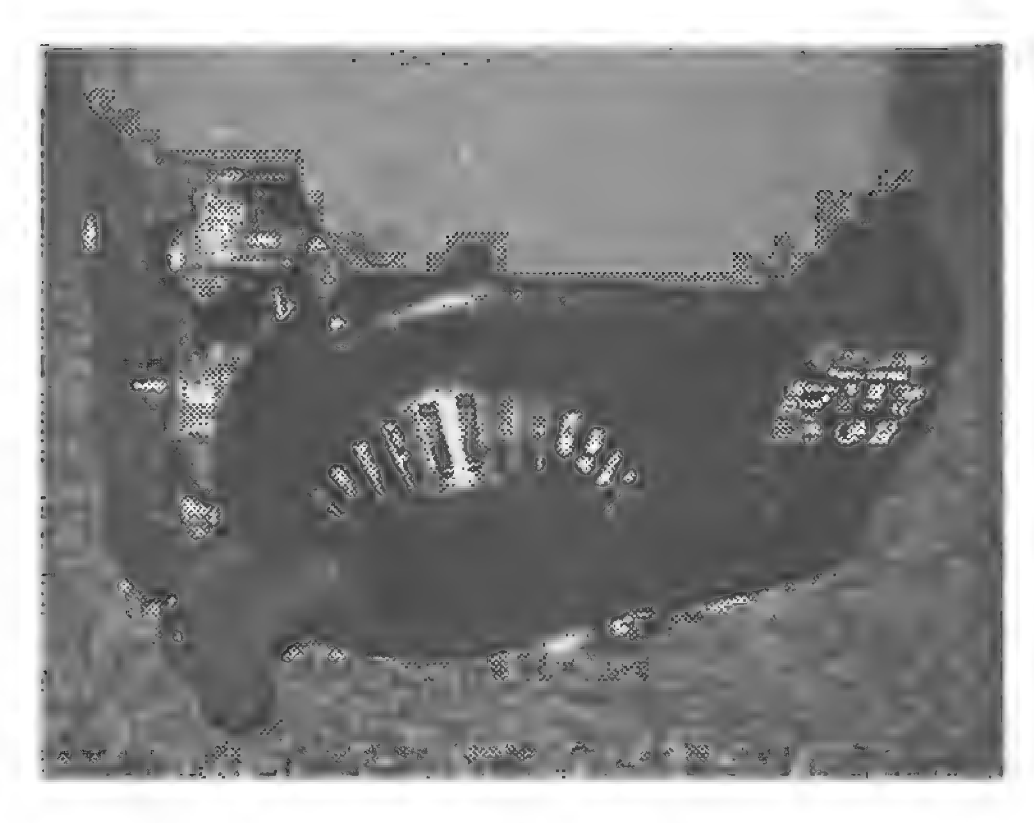


Рис. 2.5. Вид на асинхронный генератор

Синхронный генератор

Синхронные генераторы менее точны, но тем не менее они пригодны для аварийного электропитания офисов, холодильных установок, оборудования загородных домов, дач, строительных объектов. Такие электрогенераторы без проблем справляются с энергоснабжением электроинструментов и электродвигателей с реактивной нагрузкой до 65% от своего номинала. Они легче переносят пусковые нагрузки, способны кратковременно, не более 1 секунды, выдавать ток в 3–4 раза выше номинального и вырабатывают более стабильный ток. Рекомендуются для питания электродвигателей, насосов, компрессоров и другого электроинструмента, а также (в некоторых случаях) для подключения сварочного аппарата.

Асинхронный генератор

В силу простоты своей конструкции асинхронные электрогенераторы более устойчивы к короткому замыканию (сварочные аппараты) и перегрузкам, выходное напряжение имеет меньше нелинейных искажений (очень плавная синусоидальная волна); за счет этого обеспечивают поддержание напряжения с высокой точностью. Применение асинхронного генератора позволяет «запитывать» от агрегата не только промышленные устройства, не критичные к форме входного напряжения, но и аппаратуру, чувствительную к перепадам напряжения (медицинское оборудование, электронную технику).

Асинхронный генератор – идеальный источник тока для подключения активной, или омической, нагрузки: ламп накаливания, бытовых электроплит, электронагревателей и других соответствующих потребителей. Позволяет подключать электроинструменты и электродвигатели с реактивной мощностью до 30% от номинала. При подключении индуктивных нагрузок необходим запас по мощности в 3–4 раза.

Являясь внутриполюсной, саморегулируемой машиной, без щеток и контактных колец, генератор имеет степень защиты IP-54 и не требует технического обслуживания. Перегрузка асинхронных генераторов недопустима.

Что влияет на стабильность оборотов двигателя

На стабильность напряжения оказывает влияние и класс двигателя, и его способность поддерживать постоянные обороты (как правило, 3000 об/мин) при изменениях в потреблении тока нагрузкой. Качество выдаваемого электричества может быть также повышено

специальными системами стабилизации AVR (автоматический регулятор напряжения).

Это очень важная опция: превышение номинального напряжения приводит к сокращению срока службы электроприборов, а уменьшение – снижает производительность и экономичность их работы.

В случае падения напряжения тускло горит свет, происходит прерывание в работе бытовой техники, аппаратуры связи. При повышенной подаче электричества приборы перегорают, вне зависимости от того, работают они в момент аварии или нет. А сбой в работе автономного тепло- или водоснабжения загородных домов и коттеджей, а также водяных насосов, водонагревательных котлов, охранных систем может привести к их остановке и поломке.

В качестве конструктивного исполнения более предпочтительны генераторы бесщеточные, так как они не требуют обслуживания и не создают помех. В данном случае «машина» GNR 800A фирмы Hammer вполне соответствует рекомендациям.

Основные производители альтернаторов: Generac (Англия), Leroy Somer (Франция), Mecc Alte (Италия), Metallwarenfabrik Gemmingen (Германия), Sawafuji (Япония), Sincro (Италия), Soga (Италия), Stanford (Англия), Yamaha (Япония) и др.

Класс защиты генератора

Степень защиты обозначается буквами IP и затем двумя цифрами.

Первая цифра обозначает степень защиты от проникновения твердых механических предметов, вторая цифра показывает степень защиты от воздействия жидкости.

00 – защита отсутствует.

1 – защита от твердых предметов размером более 50 мм; вторая цифра; 1 – защита от капель воды, падающих вертикально.

2 – защита от твердых предметов размером более 12 мм; 2 – защита от капель воды, падающих под углом 15° от вертикали.

3 – защита от твердых предметов размером более 2,5 мм; 3 – защищенность от дождя.

4 – защита от твердых предметов размером более 1 мм; 4 – защита от водных брызг.

5 – защита от пыли; 5 – защита от водяных брызг под давлением.

6 – полная пылезащищенность; 6 – защищенность от волн.

Только вторая цифра 7 – защита от погружения в воду на глубину не более 1 м.

Только одна цифра 8 – защита от затопления (глубина указывается дополнительно, в метрах). Последние два варианта лично я ни разу не встречал.

Синхронные генераторы, как правило, соответствуют классу IP 23, тогда как асинхронные – IP 54. Впрочем, в последнее время практически у всех ведущих производителей появились инновационные синхронные генераторы, удовлетворяющие IP 54.

Количество фаз электростанции

При выборе электростанции необходимо обратить особое внимание на число фаз электростанции.

Одно- и трехфазные генераторы

Их название вытекает из назначения – питать соответствующих потребителей. При этом к однофазным генераторам, вырабатывающим переменный ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц, можно подключать только однофазные нагрузки, тогда как к трехфазным (380/220 В, 50 Гц) – и те, и другие (на приборной панели имеются соответствующие розетки, количество которых у агрегатов разных производителей различное).

Трехфазные электростанции на 380 В применяются как в промышленных целях, так и для коттеджей, с трехфазной разводкой сети. Между нулем и фазой снимается 220 В (что и нужно), а между двумя фазами – 380 В.

С однофазными альтернаторами главное – правильно учесть всех возможных потребителей, учесть возможные проблемы (к примеру, высокие пусковые токи) и выбрать агрегат с соответствующей реальной выходной мощностью. При подключении к трехфазным генераторам трехфазных же нагрузок ситуация аналогичная.

Трехфазные электростанции, рассчитанные на 220 В, могут использоваться только для освещения (между нулем и фазой снимается 127 В, между двумя фазами – 220 В).

При использовании трехфазных электростанций необходимо соблюдать условие примерного равенства мощности потребителей, находящихся на различных фазах. Для нормальной работы генератора разница электрических мощностей на разных фазах не должна превышать 20–25%.

При подключении к «трехфазникам» однофазных потребителей возникает проблема, именуемая «перекосом фаз». Не углубляясь в технические подробности, сформирую два правила.

Потребляемая мощность однофазной нагрузки не должна превышать 1/3 от номинальной трехфазной выходной мощности агрегата; 9-киловаттной трехфазной генераторной установкой можно обеспечить не более чем 3-киловаттный однофазный обогреватель.

При наличии нескольких однофазных нагрузок разница не должна превышать 1/3 от «перекоса фаз» (та самая 1/3 из правила в их потребляемой мощности). Кстати, это идеальная величина, реализуемая для высококлассных мини-электростанций. У агрегатов попроще данный параметр меньше.

Выходная мощность

Это один из самых главных параметров; именно на него прежде всего обращает внимание покупатель. Здесь есть две важные особенности, сейчас мы их рассмотрим:

- многие производители в каталогах приводят так называемую максимальную выходную мощность. Между тем этот параметр предусматривает кратковременную работу агрегата (в зависимости от фирмы интервал колеблется от нескольких секунд до нескольких минут). Реальная номинальная мощность обычно на несколько (иногда на десятки) процентов ниже;
- мини-электростанция, как и любой другой прибор, обладает собственным cos. Одни производители при указании выходной мощности его учитывают, а другие – нет. Во втором случае пользователю придется самому подсчитать реальную номинальную мощность, умножая приведенную в каталоге на cos.

В случае если выбрана электростанция с синхронным генератором, то ее мощность рассчитывается из следующих соотношений: для активных потребителей нужно просуммировать мощность всех одновременно подключаемых приборов, прибавить примерно 15–20%-ный запас по мощности, и получится необходимая мощность генератора.

А индуктивные потребители нуждаются в момент пуска в большей мощности, поэтому их суммарную мощность необходимо увеличить в 2,5–3 раза для обеспечения работоспособности станции.

Конкретные примеры выбора бензоэлектростанции

На практике для освещения дачного домика по максимуму (4–6 энергосберегающих ламп по 8 Вт (эквивалентные 60 Вт каждой лампы накаливания, еще холодильник и телевизор) вполне достаточно мощности в 2 кВт.

Владельцу загородного коттеджа, которого постоянно беспокоят перебои с электроэнергией, необходимо приобрести электростанцию мощностью от 10 до 30 кВт. Строителям, пользующимся дрелью, болгаркой и бетономешалкой, будет достаточно мощности до 6 кВт.

Для резервного питания (или «про запас») вполне достаточно простейшей бензоэлектростанции Hammer GNR 800A (рис. 2.6).

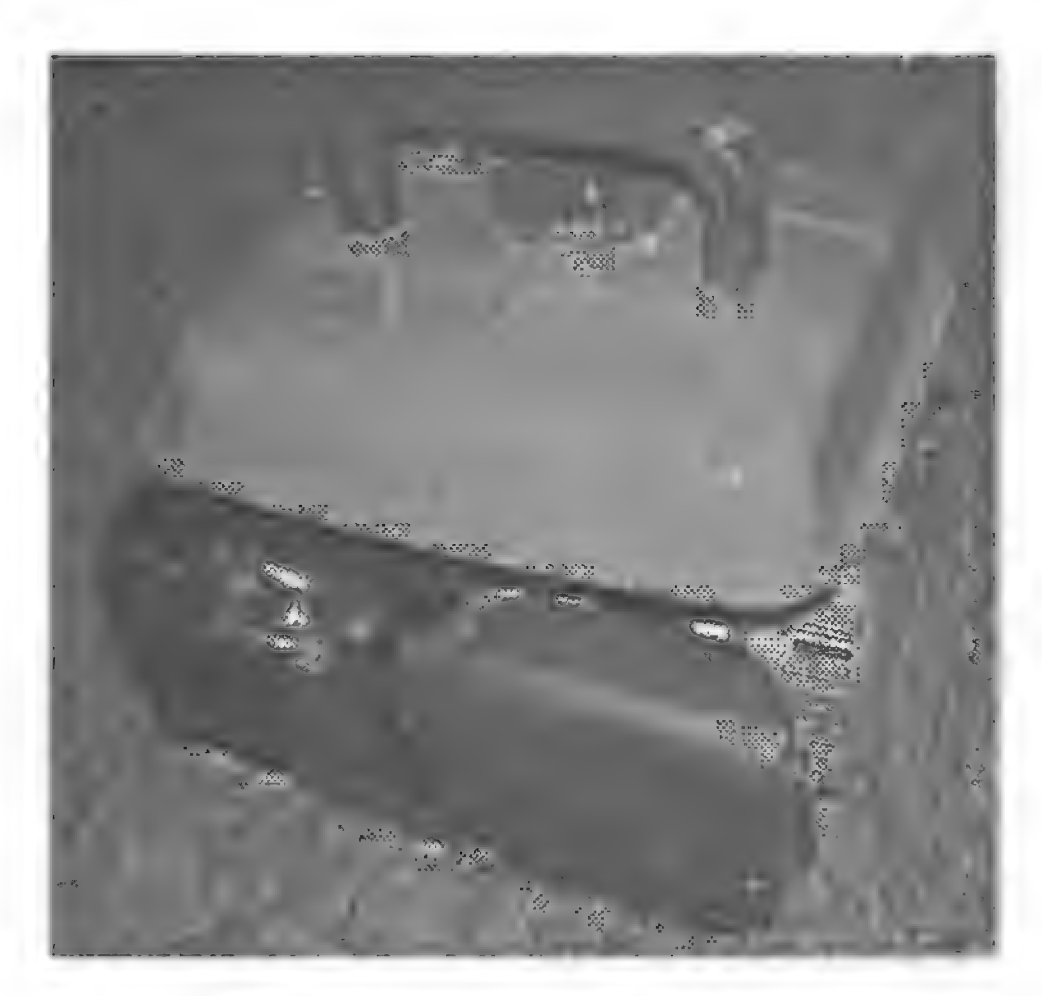


Рис. 2.6. Бензоэлектростанция Hammer GNR 800A со стороны

В связи со сказанным в начальных абзацах главы 2 настоящей книги планируемая нагрузка (резервируемая автономным источником электроснабжения) в 10 и более кВт при длительных отключениях централизованного электроснабжения предполагает использование дизельных (как более надежных при длительном использовании), а не автономных бензиновых источников электроснабжения.

2.2.3. Дополнительные особенности

Время непрерывной работы без дозаправки

Данный параметр определяется объемом топливного бака и расходом топлива. При сравнении этих характеристик у разных моделей важно, чтобы они были приведены к общему знаменателю – потребляемой мощности.

Расход на 1/1, 3/4 и 1/2 номинальной мощности может существенно отличаться. Для больших электростанций обычной опцией является возможность работы от внешнего топливного бака. Вид на топливный бак портативной бензоэлектростанции Hammer GNR 800A представлен на рис. 2.7.



Рис. 2.7. Вид на топливный бак портативной бензоэлектростанции Hammer GNR 800A

Запуск агрегата

Электростанция может быть запущена двумя способами: вручную (для чего необходимо потянуть за шнур или провернуть рукоятку) или электростартером (конечно, если модель ее имеет), то есть поворотом ключа или нажатием на кнопку. Ряд агрегатов, оснащенных электростартером, допускают дистанционный запуск при помощи пульта, соединенного со станцией кабелем.

Наличие электростартера является необходимым условием для превращения электростанции в полноценную систему резервного энергоснабжения, которая будет автоматически функционировать (в том числе включаться или выключаться) без какого-либо участия со стороны человека.

Уровень шума

Как и любой агрегат с двигателем, мини-электростанция создает шум. И чем он больше, тем менее комфортно чувствует себя пользо-

ватель (в особенности это касается применения ее на тихом дачном участке или даже на балконе городской квартиры, где я тестировал Hammer GNR 800A).

Для решения проблемы выпускаются мини-электростанции в шумопоглощающих кожухах; это значительно увеличивает цену агрегата.

Для сравнения шумовых характеристик различных моделей следует иметь в виду, что разные производители приводят данные по шуму на различном расстоянии (наиболее распространено 7 м), а также для различной загрузки мини-электростанции (обычно речь идет о номинальной мощности).

Автоматика электростанции

Блок контроля и автоматики с программируемой системой автозапуска предназначен для контроля состояния питающей сети, защиты потребителей электроэнергии от повышенного (пониженного) напряжения, а также для автоматического запуска электростанции, если напряжение питающей сети находится за допустимыми пределами. В простейшей бензоэлектростанции, рассматриваемой на примере Hammer GNR 800A, такого системного блока нет. Есть лишь автомат выключения при перегрузке по мощности и автомат выключений из-за перегрева (автомат теплового режима). Если данную бензоэлектростанцию, несмотря на рекомендации, указанные в паспорте устройства, не отключать в течение 6 часов непрерывной работы (только добавлять топливо и продолжать эксплуатацию) – тепловой выключатель не срабатывает. Очевидно, в этом случае мы получим лишь быстрый износ двигателя.

2.2.4. Как выбрать электрогенератор?

У любого генератора есть два важных параметра: мощность номинальная и мощность максимальная. В пределах номинальной мощности станция может работать сколько угодно долго, пока не закончится бензин.

Максимальная мощность – это временный режим, в котором станция может работать в пределах 20–30 минут. После этого сработает тепловая защита и аппарат отключится. Допустим, номинальная мощность генератора – 1,3 кВт, а максимальная – 1,5 кВт. Тогда в пределах от 1,3 до 1,5 кВт мощности станция работает во временном режиме, до 1,3 кВт – в постоянном режиме. Когда вы хотите подобрать себе генератор, нужно обратить внимание на эти параметры.

Генератор любой конструкции боится встречных токов. Если подключить генератор к проводке, которая соединена с коммунальной сетью, во время временного отключения электроэнергии, а потом вдруг подача электричества возобновится, то, очевидно, генератор выйдет из строя; данный случай поломки не считается гарантийным, и ремонт устройства обойдется в копеечку.

Поэтому необходимо подключать потребители напрямую к генератору или поставить на проводку рубильник с взаимоисключающими положениями: питание либо от генератора, либо от сети.

Предварительно нужно определить, какие потребители будут подключаться одновременно к генератору. Ориентировочные мощности потребителей лучше всего посмотреть в паспортных данных для конкретного потребителя. Обратите особое внимание на потребителей, имеющих в своем составе электромоторы (холодильники, насосы, электродоилки, электрокосилки и другую технику).

Поскольку для пуска электромотора требуется мощность, в 3–3,5 раза превышающая его номинальную мощность, для подсчета возьмите утроенное значение номинальной мощности электроприбора с наибольшим электромотором, прибавьте к ней номинальные значения мощностей других приборов, содержащих электромоторы, если уверены, что они не будут включаться одновременно, и прибавьте к сумме мощности всех остальных активных потребителей (освещение, электроплита и прочие нагрузки), которые, возможно, будут работать совместно с первыми.

Внимание, важно!

Иногда содержащие моторы потребители могут включаться одновременно, к примеру холодильники после перебоя в электроснабжении. В подобных случаях нужно подключить к генератору потребителей поочередно: сначала самый мощный, затем после запуска первого – следующий по мощности). Полученную мощность увеличьте на 10% – это и есть мощность необходимого генератора.

Стартовое усиление

Это не более и не менее, но один из способов улучшения выходных параметров мини-электростанций. Как в синхронных, так и в асинхронных генераторах при подключении индуктивной нагрузки выходное напряжение падает. Кроме того, любой электромотор при запуске потребляет мощность, в несколько раз превышающую его номинальную мощность. В силу этих причин для запуска электро-

моторов всегда необходим генератор, выходная мощность которого в несколько раз превышает номинальную мощность электромотора.

Снижение выходного напряжения при подключении электромотора в асинхронном генераторе больше, чем в синхронном (это можно контролировать на вынесенном на переднюю панель стрелочном вольтметре, который имеется практически в любой бензоэлектростанции).

Есть возможность автоматически повышать выходное напряжение на время запуска мотора. Это реализуется с помощью блока стартового усиления, который автоматически увеличивает возбуждение генератора при резком увеличении выходного тока генератора – при подключении большой нагрузки.

При этом у асинхронного генератора, оборудованного стартовым усилителем, необходимый запас мощности снижается с 3–4 до 1,5–2 раз. При проведении сварочных работ блок стартового усиления должен быть обязательно включен.

Стартовое усиление позволяет существенно уменьшить мощность генератора, если используются электроинструменты средней или большой мощности. К примеру, необходимо подключать к генератору электропилу мощностью 1,2 кВт и другие нагрузки общей мощностью 600–700 Вт. Тогда для запуска пилы необходимо предусмотреть свободную мощность генератора 3,6–4,2 кВт, к этой величине прибавим мощность остальных потребителей и 10% – запас.

В итоге получается, что необходим генератор мощностью 4,6–5,4 кВт. Если же взять генератор со стартовым усилением, то для запуска электропилы необходимо предусмотреть мощность 2,04–2,1 кВт, прибавив сюда 600–700 Вт и 10% – запас, получаем, что необходим генератор мощностью всего 2,9–3,1 кВт со стартовым усилением; имеем выигрыш по весу и габаритам генератора.

Перед каждым запуском необходимо проверить, чтобы общая, суммарная мощность подключаемых потребителей не превышала номинальную мощность генератора. Электромоторные потребители требуют более высоких пусковых токов, из-за чего, в свою очередь, может происходить обвальный спад напряжения. Кроме того, такие потребители, как электромоторы и трансформаторы, потребляют «реактивную» мощность (кратковременно, в момент включения, индуктивные потребители потребляют мощность, многократно превышающую указанную в технической документации; в отличие от индуктивных потребителей, омические потребители – бытовая техника, универсальные моторы – не требуют пусковых токов, по-

этому для расчета лучше использовать их мощностные данные без каких-либо других показателей), что особенно сильно проявляется в момент включения.

Поскольку генератор для генерирования напряжения сам нуждается в реактивной мощности, предоставляемой конденсаторами, лишь ограниченная часть ее может быть отдана в распоряжение индуктивных потребителей. В технических параметрах электромоторов под полезной мощностью в ваттах или киловаттах понимается механическая мощность, отдаваемая на валу, потребляемая же мощность в ваттах или киловаттах должна определяться из заданного номинального тока, cos, или показателя коэффициента полезного действия.

К примеру, трехфазный мотор мощностью 1,5 кВт с коротко замкнутым ротором, скоростью вращения 2825 об/мин и коэффициентом мощности (cos φ) 0,8 и пометкой номинального тока 3,4 А при 380 В будет потреблять 3,4 × 380 × 31 / 2 = 2238 ВА, потребляемая полезная мощность 2238 × 0,8 = 1790 Вт; к тому же этот трехфазный мотор берет в момент включения ток, в несколько раз превышающий показатель заданного номинального тока.

Отдаваемая мощность генератора задается в ВА. Действительно же отдаваемая полезная мощность определяется соответствующим коэффициентом мощности cos φ. При заданном коэффициенте мощности cos = 1 отдаваемая полезная мощность в Вт равняется номинальной мощности агрегата в ВА. Коэффициент мощности cos = 0,8 обозначает, что 80% номинальной мощности агрегата может быть отдано как чистая, полезная мощность.

По закону Ома: растет напряжение – падает ток, и наоборот.

2.2.5. Выбор моторного масла для бензогенераторов

Существует несколько классификаций моторных масел:

- классификация масел по совокупности эксплуатационных свойств API;
- классификация масел по вязкости SAE.

Классификация моторных масел по API для бензиновых двигателей

SL – годится для всех двигателей. Масла класса SL созданы для обеспечения лучших высокотемпературных свойств и снижения расхода масла.

Классификация API различает масла для бензиновых и для дизельных двигателей. Первым соответствует буква S, например SH, SJ или SL, при этом вторая буква говорит о более высоком уровне. Так, класс SL был введен в практику, улучшив и отчасти заменив класс моторных масел SJ. API – Американский институт нефтепродуктов (API – American Petroleum Institute).

Классификация моторных масел по SAE для бензиновых двигателей

SAE (Society of Automotive Engineers – Американская ассоциация автомобильных инженеров) описывает свойства вязкости и текучести – способности течь и одновременно смазывать поверхность металла. Стандарт SAE J300 подразделяет моторные масла на шесть зимних (0W, 5W, 10W, 15W, 20W, и 25W) и пять летних (20, 30, 40 и 50). Сдвоенный номер означает всесезонное масло (5W-30, 5W-40, 10W-50 и др.).

Сочетание значений вязкости летнего и зимнего сортов масла не означает арифметического сочетания свойств вязкости. К примеру, масло 5W-30 рекомендовано к эксплуатации при температурах окружающей среды от –30 до +20 °C. Вместе с этим летнее масло может работать при температурах до 30 °C, но только при температуре окружающей среды выше нуля.

Каждый двигатель внутреннего сгорания для спецтехники отличается уникальным сочетанием степени форсированности, теплонапряженности, особенностей конструкции, применяемых материалов и другими нюансами.

Для бензогенераторов используют высококачественные масла для 4-тактных двигателей, отвечающие требованиям автопроизводителей для обслуживания класса не ниже SG. Очень желательно использовать моторные масла, соответствующие классу SL по API, которые имеют соответствующую маркировку на упаковке. Моторное масло SAE 10W30 рекомендуется как универсальное – для работы при любых температурах. Используя приведенные данные для выбора оптимальной вязкости масла в соответствии с температурой среды, в которой эксплуатируется генератор, можно подобрать и другой сорт масла.

Тем не менее почти идеальным условием нормальной работы бензогенератора является применение моторных масел класса SL с вязкостными характеристиками по SAE, подходящими по температуре окружающей среды, в месте, где работает бензогенератор. Рекомендуемые масла класса по API не ниже SJ.

При температуре выше 4 °С – 10W30, 10W40, 15W30, 15W40, 20W30, 20W40, SAE 30.

При температурах от –18 °С до +4 °С – SAE 0W40, 0W50, 5W30, 5W40, 5W50, 10W30, 10W40.

При температурах выше +4 °С мультитемпературные масла (10W-30 и др.) расходуются в большей степени и могут стать причиной раннего износа двигателя. При использовании этих масел проверяйте уровень чаще, чем обычно. При использовании SAE30 при температурах ниже +4 °С может быть затруднен пуск, и использование этого масла может привести к преждевременному износу двигателя из-за недостатка смазки.

2.2.6. Рекомендации по техническому обслуживанию двигателя

Заполняйте и поддерживайте уровень масла в двигателе.

Заменяйте масляный фильтр (если используется) через каждые 100 часов.

Своевременно заменяйте масло; сливайте масло, пока двигатель теплый.

Как правило, в технической документации дается график технического обслуживания (ТО) с указанием интервалов времени и перечня работ. Общие же рекомендации следующие:

- каждые 5 часов (или ежедневно) проверять уровень масла;
- через первые 5–8 часов работы двигателя произвести полную замену масла;
- замену масла производить через 50 часов работы или каждый сезон;
- в условиях эксплуатации под большой нагрузкой или при высокой температуре окружающей среды замену масла проводить через каждые 25 часов работы;
- через 100 часов или каждый сезон заменить масло в редукторе (если установлен);
- через каждые 25 часов работы или каждый сезон обслуживать бумажный или поролоновый фильтр. В условиях сильной запыленности или загрязненности воздуха очищать чаще (10–15 часов).

Общие требования к выбору и использованию топлива

Используйте чистый (без примесей масла) автомобильный бензин (4-тактный двигатель) с октановым числом не менее 85 (АИ-92,

АИ-95, АИ-98) для двигателей с верхним расположением клапанов (на клапанной крышке таких двигателей, как правило, проштампованы латинские буквы OHV).

Или с октановым числом не менее 77 (А-80, АИ-92, АИ-95, АИ-98) для двигателей с боковым расположением клапанов.

Используйте неэтилированный бензин. Применение этилированного бензина уменьшает срок службы двигателя вследствие наличия твердых частиц в продуктах сгорания.

Используйте свежий бензин со сроком хранения не более 30 суток.

Не рекомендуется заливать бензин до самого верха бензобака. Следует оставлять некоторое свободное пространство над топливом в целях обеспечения дополнительного объема для его расширения.

Перед тем как запустить двигатель, проверьте уровень масла и топлива, отсоедините все электрические нагрузки.

После запуска двигателя дайте ему поработать не менее 2 минут – для того, чтобы прогреть его.

Подсоедините оборудование к розетке электростанции.

При работе электростанции с нагрузкой менее 10% от мощности станции (и на холостом ходу) возможно мерцание ламп накаливания.

На прогретом двигателе не изменяйте положения рычага управления дроссельной заслонкой; электростанция работает на постоянной частоте вращения двигателя.

Защитные выключатели для предохранения генераторов от перегрузок устанавливаются на большинстве моделей электростанций, однако длительные перегрузки электроприборами с коэффициентом мощности ниже 0,8 могут привести к снижению срока службы генератора.

Максимальная эквивалентная мощность в кВА: некоторые производители указывают мощность своих устройств в кВА, добавляя 25% к номинальной мощности, выражаемой в Вт.

Перегрузки бензогенераторной установки недопустимы.

Режим работы бензогенератора считается нормальным, если мощность нагрузки составляет 30–100% от номинальной. Не позволяйте двигателю работать продолжительное время при малой нагрузке или в холостом режиме.

Нормальным периодом работы бензогенератора является время работы от двух полных штатных топливных баков, после которого стоит дать станции отдохнуть.

При использовании трехфазных генераторов необходимо помнить о правильном (равномерном) распределении нагрузки по фазам (перекос фаз должен составлять не более 25% относительно друг друга).

2.2.7. Выбор дизельного генератора

Дизельному двигателю крайне вредно работать на холостых оборотах, поэтому с целью снижения вредных последствий работы дизеля на холостом ходу и малых частичных нагрузкок необходимо предусмотреть (в качестве профилактики) в течение каждых 100 моточасов работу дизеля со 100%-ной нагрузкой не более 2 часов.

Характерными признаками перегрузки являются перегрев, сильная копоть из выходного коллектора, снижение мощности, перебои в подаче электроэнергии.

Важно определить мощность всех потребителей электричества, возможно с некоторым запасом (по мощности), если дизель-генератор будет также использоваться в зимнее время (отопительные приборы, обогреватели и другое электрооборудование), а его приобретение намечено на другой, более теплый сезон, следует учесть возможность увеличения мощности потребляемой электроэнергии, к примеру при расширении производства, приобретении новых электроприборов.

Три фазы дизельного агрегата могут выдавать напряжение 220 и 380 В. Правильный выбор мощности дизельного генератора – пожалуй, самый ответственный момент; ведь именно от мощности зависит и стоимость генераторной установки.

Если мощность дизельного генератора выбрана близко к расчетной – подключаемых к ней электроприемников нагрузки, то дальнейшее наращивание их количества приведет к перегрузке генераторной установки; в то же время завышенная мощность дизель-генератора нежелательно скажется при эксплуатации самого дизеля.

Лучше всего, чтобы генераторная установка никогда продолжительно не работала на нагрузку менее 25% от своей номинальной мощности. Оптимальная нагрузка дизель-генератора – 35–75%. В части климатических факторов, второстепенно, но все же влияющих на мощность установки: чем выше установлена генераторная установка над уровнем моря и чем выше окружающая температура и влажность, тем ниже отдаваемая мощность генератора.

Система охлаждения

Охлаждаемые воздушными потоками двигатели требуют большого количества воздуха, также такие дизели достаточно шумные. Охлаждение антифризом обеспечивает меньший уровень шума и более расширенный диапазон рабочих температур.

Шумозащищенность

Для дизельных агрегатов, устанавливаемых на открытой местности, стройплощадках, на открытых площадках пастбищ фермерского хозяйства, шумовая защита, как правило, не требуется.

Согласно стандартам для машин и механизмов, звуковой уровень не должен превышать 80дБ. В местах, где существуют требования к уровню шума, возможно исполнение в специальном шумозащитном кожухе, в таком кожухе уровень шума понижается в среднем на 10 дБ и воспринимается в два раза тише.

Продолжительность работы генераторной установки

Достигнуть большей продолжительности необслуживаемой работы дизель-генератора можно двумя способами: увеличивая объемы топливных расходных емкостей самих дизель-генераторов или же организуя автоматизированную подачу топлива и масла в расходные емкости – по топливопроводам из емкостей-хранилищ.

Для автономных передвижных установок ввиду невозможности использования обоих способов продолжительность необслуживаемой работы составляет 4 часа (для станций мощностью до 30 кВт – 8 часов).

Для автономных стационарных возможна установка топливного бака большей емкости – на непрерывную работу 24 часа (для станций мощностью от 60 кВт в этом случае реализуется автоматическая закачка топлива из внешней емкости-хранилища).

Для резервных дизель-генераторов рекомендуемое время необслуживаемой работы 24 часа. Установка дополнительного оборудования для непрерывной работы электростанции в течение 150–240 часов – достаточно дорогой вариант, и не всегда он экономически оправдан; здесь нужно просчитывать в каждом конкретном случае.

Качество частоты напряжения

Качество частоты зависит от регулятора скорости двигателя. При работе на автономную нагрузку функциональные требования к регулятору скорости очень просты, именно поэтому в большинстве генераторных установок применяют обычный механический регулятор. В этом случае частота вращения двигателя (следовательно, и частота напряжения) зависит от величины нагрузки. Чем больше нагрузка, тем меньше частота. Обычно механический регулятор настраивается так, что при нагрузке 75–90% частота равна 50 Гц. Соответственно, на более малых нагрузках (10–30% от номинала электроагрегата)

частота колеблется в пределах 52–53 Гц. Большинство электроприемников нагрузки сегодня допускают такие отклонения по частоте.

Однако имеется ряд электроприемников на основе микропроцессорной техники, тиристорных преобразователей в системах связи, теле- и радиовещания, для которых необходимо поддерживать постоянную частоту 50 Гц вне зависимости от суммарной нагрузки на двигатель; двигатель должен работать по так называемой астатической характеристике.

Для реализации данного условия систему управления двигателя оснащают дополнительными дорогостоящими устройствами, обеспечивающими поддержание постоянной частоты вращения, – стабилизаторами. Поэтому при выборе электроагрегата с подобной системой управления надо быть уверенным, что нагрузка не допускает отклонений по частоте и применение данной системы экономически оправдано.

Параллельная работа

Необходимость в параллельной работе может возникнуть, когда необходимо обеспечить повышенную надежность питания особо ответственных потребителей, бесперебойность питания на период проведения технического обслуживания основного источника электроснабжения, компенсировать увеличение потребляемой мощности подключенной нагрузкой.

Принцип параллельной работы заключается в том, что дизельный генератор работает совместно с другим дизель-генератором или сетью на общие шины нагрузки. Если агрегат предназначен для работы в качестве резервного источника электроснабжения, то использовать его для параллельной работы невозможно, поскольку сам принцип резервирования подразумевает питание нагрузки только от одного источника.

Различают два основных вида параллельной работы – параллельная работа с другим (другими) дизель-генератором и параллельная работа с сетью.

Параллельная работа с другим электроагрегатом необходима для повышения надежности системы электроснабжения особо ответственных электроприемников и с целью компенсирования временного роста по мощности в часы пика нагрузки. Параллельная работа с сетью используется крайне редко и применяется только в случаях, когда необходимо обеспечить бесперебойность питания на период проведения технического обслуживания основного источника

электроснабжения. Дизель-генератор должен работать в параллель сетью в данном случае кратковременно, только на период плавного перевода нагрузки на питание от сети на генератор и обратно.

Для того чтобы корректно войти в параллель с другим источником, необходимо обеспечить ряд условий, те есть провести синхронизацию всех этих источников.

Для обеспечения удовлетворительной синхронизации обычно требуется минимальное количество приборов, и квалифицированный персонал может осуществить это вручную. Если планируется использовать генераторные установки для работы на сложные, многосистемные ответственные нагрузки, где цена сбоя и развала системы электроснабжения от некорректного ввода в параллель велика, то рекомендуется использовать автоматическую синхронизацию.

Наиболее существенным аспектом параллельной работы является распределение нагрузок. Общая нагрузка, которая состоит из активной и реактивной составляющих, должна распределяться системами управления дизель-генератора пропорционально их обычным номинальным значениям. В простейшем случае это возможно за счет механического регулятора оборотов двигателя.

Основным недостатком такого способа является то, что деление нагрузки больше основывается на настройке топливной системы регулятором, чем на выходной мощности генератора. Это может вызвать значительный дисбаланс нагрузки из-за различия характеристик как регуляторов, так и двигателей. Другой недостаток является следствием того, что частота продолжает зависеть от нагрузки.

Все проблемы по точности распределения, качеству и времени полностью исключаются при использовании системы автоматического распределения. При автоматическом распределении, с применением электронных устройств, выходная мощность электроагрегатов распределяется от общей точки – частоты 50 Гц. Это позволяет добиться существенного улучшения качества и, главное, стабильности работы такой системы электроснабжения.

2.2.8. Рекомендации по установке дизель-генераторов

Требования к фундаменту

Изготовление бетонной подушки толщиной не менее 150 мм, длиной и шириной не менее габаритных размеров рамы дизель-генера-

тора. Установка дизель-генератора на шпильки фундамента должна производиться строго горизонтально.

Требование к помещению для дизель-генераторов

- Наличие естественного или искусственного освещения.
- Высота потолка не менее 2,5 м.
- Наличие проходов вокруг дизель-генератора не менее 1,5 м для удобства обслуживания и ремонта.
- Дверь в помещении должна открываться наружу.
- Должна быть предусмотрена вентиляция помещения дизель-генератора.

Требования к установке дизель-генератора

- Необходимо организовать приток воздуха в помещение, а также выпуск воздуха из помещения для системы охлаждения дизель-генератора (изготовление жалюзных решеток, воздуховодов, их сборка и монтаж).
- Площадь поперечного сечения воздуховодов и выхлопных труб должна быть не менее фронтальной площади радиатора и площади сечения выхлопной трубы дизель-генератора.
- Необходимо организовать выпуск выхлопных газов в атмосферу, желательно на высоте не менее 3 м от уровня земли (изготовление выхлопных труб, их монтаж с глушителем шума и теплоизоляция).
- Следует подвести силовой кабель к дизель-генератору и к системе собственных нужд дизель-генератора, а также кабель для системы дистанционного контроля и управления (если она имеется). Сечение кабеля выбирается в зависимости от токовой нагрузки.
- Нужно обеспечить электробезопасность обслуживающего персонала – надежное заземление дизель-генератора, а также дополнительного оборудования.
- Следует обеспечить пожаробезопасность оборудования.
- Нужно осуществлять монтаж дополнительного оборудования (если оно заказано) и его подключение только с привлечением квалифицированных специалистов.

При установке дизель-генератора необходимо также учитывать следующие моменты:

- дизель-генератор устанавливается на виброизоляторах, поэтому запрещено жесткое крепление к дизель-генератору всех

подводов и отводов (воздуховодов, топливных трубопроводов, силовых кабелей, выхлопной системы);
- не допускать подтеканий топлива, масла, охлаждающей жидкости и утечку выхлопных газов в помещении дизель-генератора.

Практическая работа портативной бензоэлектростанции совместно с устройствами нагрузки описана в главе 3.

ГЛАВА СТРАНИЦА

3 НОВЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ И ИДЕИ. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРИКА

3.1. Обеспечение бесперебойного электропитания в кризисной ситуации

Аварии электросети, локальные, техногенные и масштабные катастрофы могут в миг вывести из строя всю отлаженную систему энергообеспечения, связи и комфорта в вашем доме, каким бы «умным» он ни был. Такая опасность присутствует не только в сельской местности (где электричество до сих пор отключается с поразительной периодичностью), но и в крупных городах-мегаполисах, где – сколько ни желай – нет возможности установить в подвале многоквартирного дома собственный «запасной» источник электроэнергии в виде дизельного генератора. Тем не менее мы не лишены простого способа применения альтернативных видов электроэнергии с использованием промышленных источников бесперебойного питания и генераторов; об их простой доработке пойдет речь ниже.

Как известно, большинство современных электронных устройств (от радиоприемников и радиотелефонов до стационарных телефонов, телевизоров, радиостанций и персональных компьютеров, исключая ноутбуки) «завязаны» на сетевое питание 220 В и теряют все свои разрекламированные «плюсы», только лишь пропадет «сеть». К сожалению, это до сих пор является бедствием, даже в 11-м году XXI века, когда на несколько дней (!) могут остаться без электричества и света целые регионы с населением в много тысяч жителей. Причем опасность даже не столько в том, что при отключении электроэнергии людям (особенно зимой) становится банально темно, сколько в том, что из-за зависимости большинства приведенных в пример электронных устройств бытового предназначения от осветительной сети 220 В нарушается связь, информационный поток прерывается, затрудняется получение важной для жизни и безопасности оперативной информации (к примеру, предупреждений о катастрофах). У населения в незначительном количестве остались старые стационарные телефоны с дисковым номеронабирателем и телефоны, питающиеся непосредственно от напряжения телефонной сети (при снятии трубки напряжение падает до 5–6 В, этого достаточно для функционирования отдельных моделей и современных телефонных аппаратов), но... если бы речь шла только о телефонной связи! Совершенно понятно, что в случае масштабной катастрофы как телефонные линии и подземные кабели, радиотрансляция по проводам, так и сотовые операторы и даже Интернет могут быть «за-

блокированы» форс-мажорными обстоятельствами либо намеренно (в случае масштабных военных действий). В такой ситуации очень важно иметь внешнюю (хотя бы одностороннюю – в качестве потребителя информации) связь с миром.

Благодаря бесперебойному источнику питания и некоторым дополнительным доработкам можно чувствовать себя более безопасно, обеспечив себя, относительно беспечных соседей, средствами связи (получения информации по телевидению, из радиоэфира), электроэнергией для зарядки фонарей, освещения и даже приготовления пищи. Как это сделать – разберемся в статье, автор которой на своем опыте провел два дня «при свечах», без электричества в Санкт-Петербурге 8–9 января 2011 года; из-за аварии подземного кабеля были обесточены несколько домов.

Источник бесперебойного питания (далее – ИБП) – это не просто «железо» компьютерной периферии, но и многофункциональное устройство, которое можно с успехом применить для обеспечения работы другой электронной специализированной дорогостоящей техники. ИБП обеспечит автономную работу с выходной мощностью до 1000 Вт в течение нескольких десятков минут за счет внутреннего (резервного) аккумулятора, что может сохранить не только оборудование, но и жизнь саму в случае техногенной или мировой катастрофы. Из модельного ряда линейно-интерактивных источников бесперебойного питания можно выделить серию Warrior фирмы Powercom; источники этой серии отличаются неплохими техническими характеристиками при относительно небольшой стоимости (до 3000 руб.). На рис. 3.1 представлен внешний вид ИБП WAR-1000A.

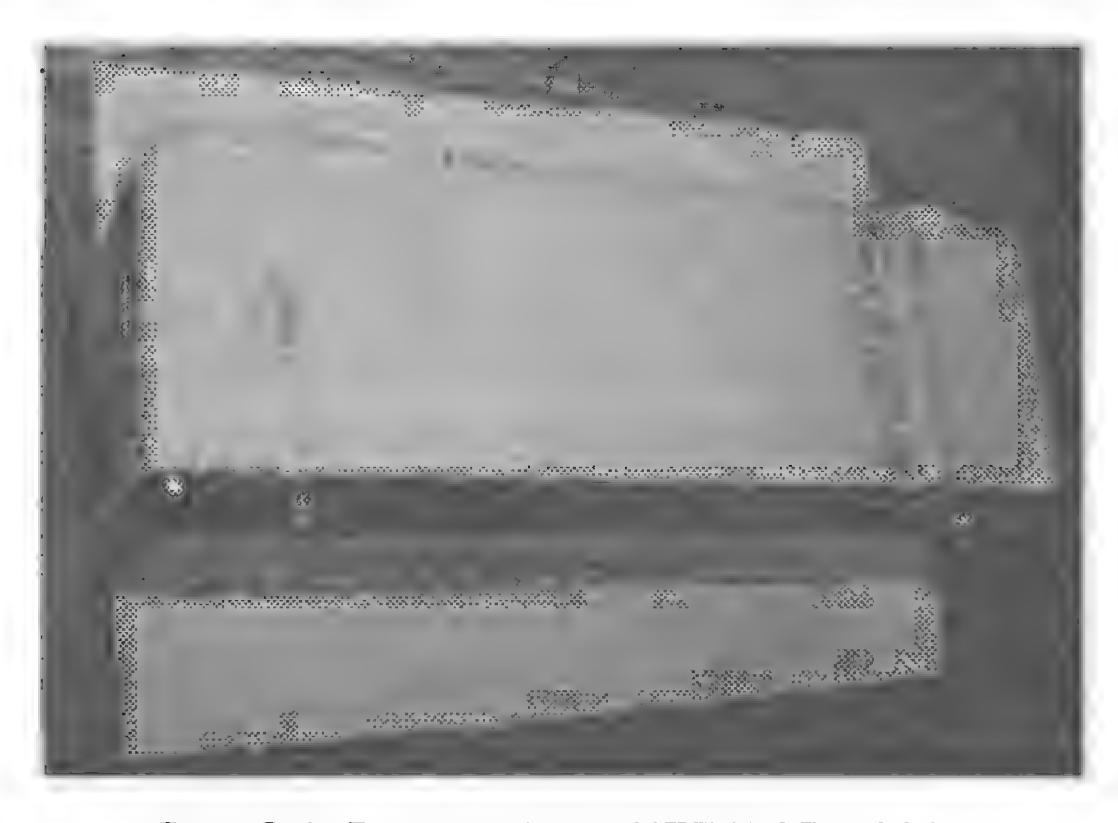


Рис. 3.1. Внешний вид ИБП WAR-1000A

Приобрести ИБП сегодня можно в любом магазине компьютерных товаров.

Этот ИБП обладает поистине завидными параметрами при относительно низкой цене: выходная мощность 500 Вт обеспечивается при колебании входного напряжения 220 В в диапазоне ±25%. Обеспечивается автоматическое определение частоты переменного тока (сети) на входе, что позволяет использовать ИБП в сетях с частотой 60 Гц (некоторые страны за границей России). Отклонение по частоте допускается ±20%. Устройство автоматически повышает выходное напряжение на 15% при уменьшении входного сетевого напряжения в диапазоне 9–25%. При несанкционированном повышении выходного напряжения ИБП автоматически реагирует: уменьшает выходное напряжение. Таким образом, ИБП работает как полноценный стабилизатор напряжения. Это его второстепенное, хотя и не менее важное предназначение удобно там, где сеть 220 В не стабильна, к примеру в сельской местности, где ИБП может защитить даже от грозовых разрядов (в части колебаний напряжения в сети из-за грозы). Почему это происходит?

ИБП изначально создавался как быстрореагирующее устройство на колебания и пропадания входного напряжения и предназначался для возможности продолжения работы на ПК при внезапном отключении сетевого напряжения. В этом случае ИБП полностью себя оправдывает: позволяет сохранить документы (иногда особо важные). Время срабатывания (переключения) в автономный режим – всего 4 мс (включая время обнаружения пропадания входного напряжения).

На рис. 3.2 представлен вид ИБП со стороны задней стенки – в месте подсоединения кабелей: сетевого и двух нагрузочных.



Рис. 3.2. Вид ИБП со стороны задней стенки – в месте подсоединения кабелей: сетевого и двух нагрузочных

Нижнее (по рисунку) гнездо предназначено для подключения сетевого кабеля 220 В. Два гнезда справа – идентичные – для подключения устройств нагрузки с максимальной мощностью до 1000 Вт.

Модели WAP-400A, -500A, -600A, -1000A, -100AP имеют соответственно

разную выходную мощность. Буквы AP в конце обозначения ИБП WAP-1000AP указывают на то, что в этой модели доступно подключение к порту USB 2.0, а также с помощью разъемов RJ11/RJ45 осуществляется защита компьютерного оборудования от телефонной линии и сети Интернет (при несанкционированных бросках напряжения от телефонной сети). Интерфейс USB создает возможность реагировать на изменения сетевого напряжения еще быстрее, а значит, более эффективно защищать ПК и его периферию.

Для удобства пользования системой с ИБП рекомендую с других концов на обоих кабелях (UPS outs) поддержки нагрузки установить евророзетки – для подключения различных унифицированных потребителей (чтобы не «перекраивать» провода).

3.1.1. Защита ИБП

Кроме плавкого предохранителя (замена через переднюю панель), защищающего источник от перепадов входного напряжения, имеется встроенная автоматическая электронная защита. ИБП автоматически отключится при превышении максимальной мощности по выходу на 105% в течение 60 секунд и в течение 3 секунд – при превышении мощности на 130%. Выход ИБП также защищен от короткого замыкания (что очень важно).

3.1.2. Внутренности ИБП

ИБП представляет собой двойной преобразователь. Во-первых, преобразователь переменного тока в постоянный – для зарядки внутреннего резервного герметичного необслуживаемого аккумулятора (далее – АКБ) типа FP-1250 с энергоемкостью 5 А/ч и мощностью 60 Вт (номинальное напряжение АКБ – 12 В). Эта свинцово-кислотная батарея заряжается до 90% емкости в течение 6 часов. Электроника ИБП имеет встроенную защиту: чтобы защитить АКБ от глубокого разряда (что чревато заметным уменьшением емкости), устройство отключится при критически низком напряжении АКБ.

Во-вторых, при отключении сети 220 В внутренняя схема питается от АКБ, включается обратный модулятор-преобразователь, который обеспечивает преобразование постоянного напряжения 12 В (напряжение АКБ) в 220 В с возможным отклонением ±5%. Форма выходного сигнала – прямоугольный импульс с соответствующим действующим значением напряжения.

На рис. 3.3 представлен ИБП со снятой крышкой корпуса.

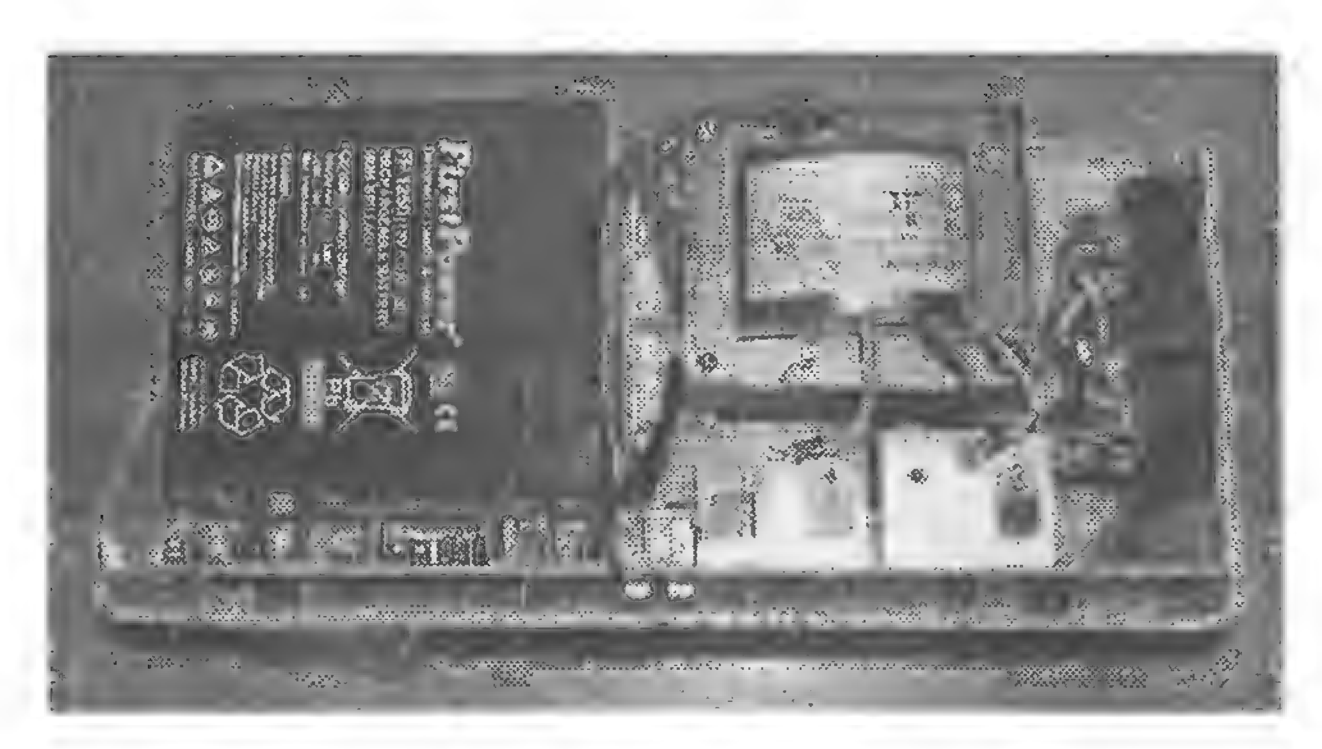


Рис. 3.3. «Внутренности» ИБП модели WAP-1000AP

Если ИБП долго не используется по назначению, рекомендую его отключать для сохранения емкости батарей.

3.1.3. Полезные рекомендации по доработке ИБП

На моей практике данный ИБП тестировался на длительность обеспечения резервной энергией. При отключении осветительной сети 220 В автономная работа при активной нагрузке 600 Вт (в качестве которой был плазменный телевизор, профессиональный трансивер (радиостанция КВ) Icon IC-718 в режиме «прием», радиотелефон и энергосберегающая осветительная лампа 200 Вт) продолжается в течение 31 минуты. К слову, этого времени вполне достаточно, чтобы при необходимости получить свежую оперативную информацию из эфира и организовать бесперебойное обеспечение электроэнергией с помощью бензинового (дизельного) генератора – как источника автономного энергообеспечения (о нем ниже).

Однако время автономной работы ИБП прямо зависит от емкости резервной АКБ. Если установить совместно со штатной параллельно 10 аналогичных АКБ FP-1250, время автономной работы устройства возрастет пропорционально его повысившейся (в 10 раз) энергоемкости. Энергоемкость, сравнимая с емкостью автомобильной АКБ (55 А/ч против 50 А/ч описанной разработки), позволит снабжать нагрузку электроэнергией почти в 10 раз больше по времени. При этом время полного заряда совмещенной батареи из 10 аналогичных АКБ также возрастет в разы. К сожалению, в этой части нельзя сказать, что выходная мощность увеличится; этого не произойдет,

поскольку электронный преобразователь напряжения АКБ в сетевое остается прежним. Хранить объединенную батарею можно в специальном «аварийном» чемодане (см. рис. 3.4); с такими же ходят врачи скорой помощи на вызовы.

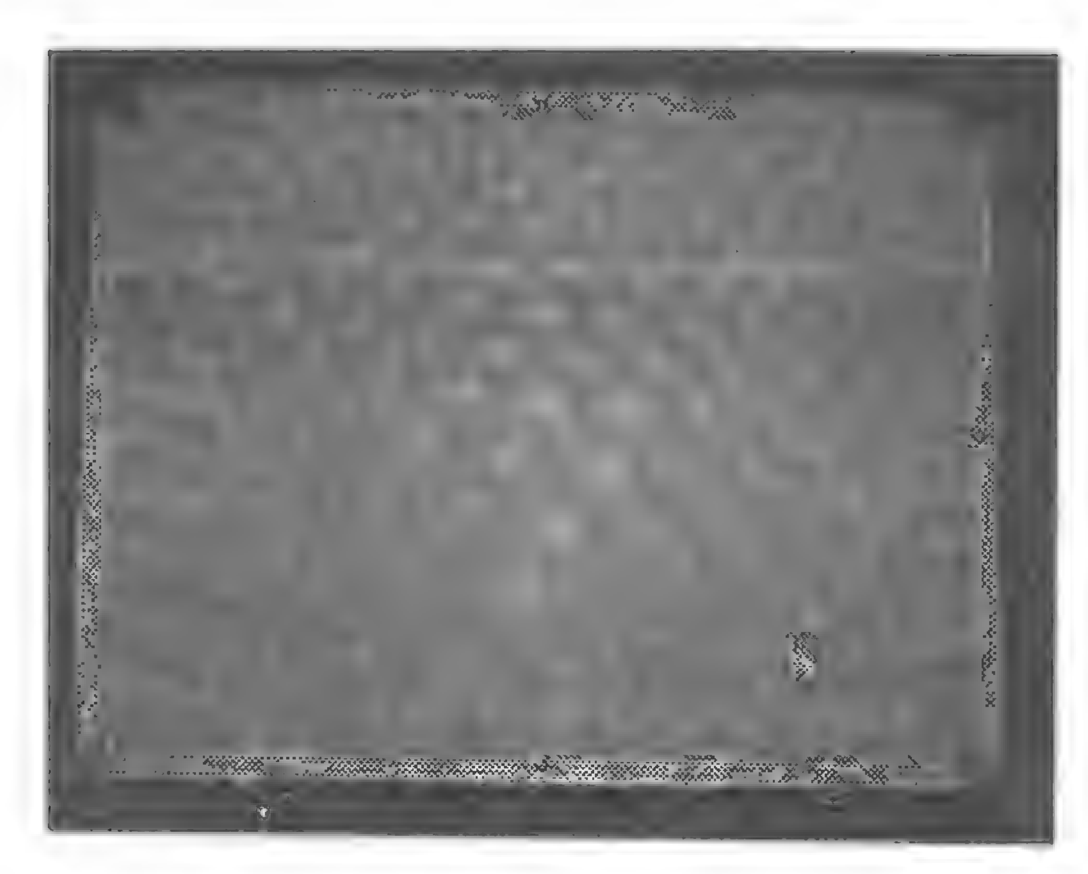


Рис. 3.4. «Аварийный» чемодан с 10 параллельно соединенными АКБ FP-1250

В параллельном соединении для данной разработки может быть и больше батарей, по сути, их количество ничем не ограничивается. Соединения между выводами (клеммами) АКБ нужно проводить многожильным (желательно медным) электрическим проводом в качественной изоляции сечением жилы не менее 2,5 мм. Длина проводников должна стремиться к минимуму. Все это необходимо для уменьшения потерь энергии в проводах от батареи АКБ к преобразователю ИБП. При подключении максимальной по мощности нагрузки эти потери могут быть существенными, что окажет влияние на всю отдаваемую в нагрузку полезную мощность.

Таким же образом для более продолжительного автономного энергообеспечения в случае аварии можно использовать любую другую аккумуляторную батарею, включая автомобильную, к примеру «6СТ-55» или даже танковую, «6СТ-190». Поэтому внутри корпуса ИБП рекомендованным методом подключают дополнительные проводники и выводят их наружу (корпуса ИБП) – для подключения дополнительных АКБ. Во время нормальной работы и в присутствие сетевого напряжения 220 В ИБП работает как зарядное устройство для всех подключенных АКБ.

Автомобильная АКБ для эффективной работы должна быть «свежей»; с плотностью электролита не менее 1,26–1,28.

3.1.4. Включение и управление ИБП

Управлять ИБП несложно. Для включения ИБП нажмите кнопку «вкл/выкл» на передней панели устройства и удерживайте ее в течение 2 секунд, до окончания звучания сигнала. Для отключения звука в автономном режиме работы от батарей коротко нажмите ту же кнопку (менее 2 секунд). Для полного отключения ИБП удерживайте нажатой кнопку более 5 секунд.

3.1.5. Подключение кабелей ИБП

Подключение кабелей выходного напряжения производится после подключения сетевого кабеля ИБП в сеть 220 В и его включения (как было рассмотрено выше).

Для экономии ресурса аккумулятора при нормальном напряжении в осветительной сети 220 В и отключенной в течение 4 минут нагрузки на выходе ИБП автоматически перейдет в режим «Green Mode» – функция отключения при отсутствии подключенной нагрузки. Этот режим сбережения батарей можно отключить принудительно, удерживая кнопку «вкл/выкл» более 5 секунд до появления звуковых сигналов: длинный сигнал, пауза 2 секунды, затем два коротких сигнала.

3.1.6. Расшифровка сигналов индикаторов ИБП

В ИБП, аналогичных рассмотренному, присутствует звуковой и световой (светодиодный) индикаторы. Расшифровываются их «показания» так:

- зеленый свет светового индикатора и отсутствие звуков свидетельствуют о нормальном режиме работы ИБП, задействованы системы фильтрации помех, защиты от перегрузок, работает автоматический регулятор напряжения (стабилизатор выходного напряжения);
- желтый цвет свечения – совместно со звуковой сигнализацией (звучит одновременно со вспыхиванием светодиода каждые 2 секунды) – автономная работа от АКБ, отсутствие входного напряжения 220 В. Чем чаще мигание и звуковые сигналы, тем меньше остаточная энергоемкость внутренней АКБ, к примеру

1 раз в 5 секунд (требуется подзарядка АКБ, устройство вскоре отключится от обеспечения нагрузки в автономном режиме). То же самое (частое мигание) свидетельствует о перегрузке по выходу (подключены потребители, рассчитанные на мощность выше, чем может дать ИБП);

- если световой индикатор мигает каждые 4 секунды или не горит вовсе – это аварийное состояние, показывающее, что ИБП не может нормально функционировать, выключен либо неисправен.

3.1.7. Дополнительные возможности для бесперебойного энергообеспечения

Для дополнительного энергообеспечения при аварии энергосетей, с учетом ограниченности времени работы от рассмотренного ИБП, разумно применять портативные бензогенераторы (дизель-генераторы), к примеру Hammer GNR-800A, имеющий бесщеточный однофазный электрогенератор, с выходным переменным напряжением 220 В 50 Гц (выходная мощность 800 Вт) и постоянным модифицированным напряжением 12 В (полезный ток 3 А, мощность 36 Вт).

На рис. 3.5 представлен внешний вид бензогенератора Hammer GNR-800A.

Генератор имеет расход 0,33 л бензина А-92 (смешанного с маслом в пропорции 50:1) в час при емкости бензобака 4,5 л. Производителем предусмотрена защита от тепловой перегрузки, срабатываю-

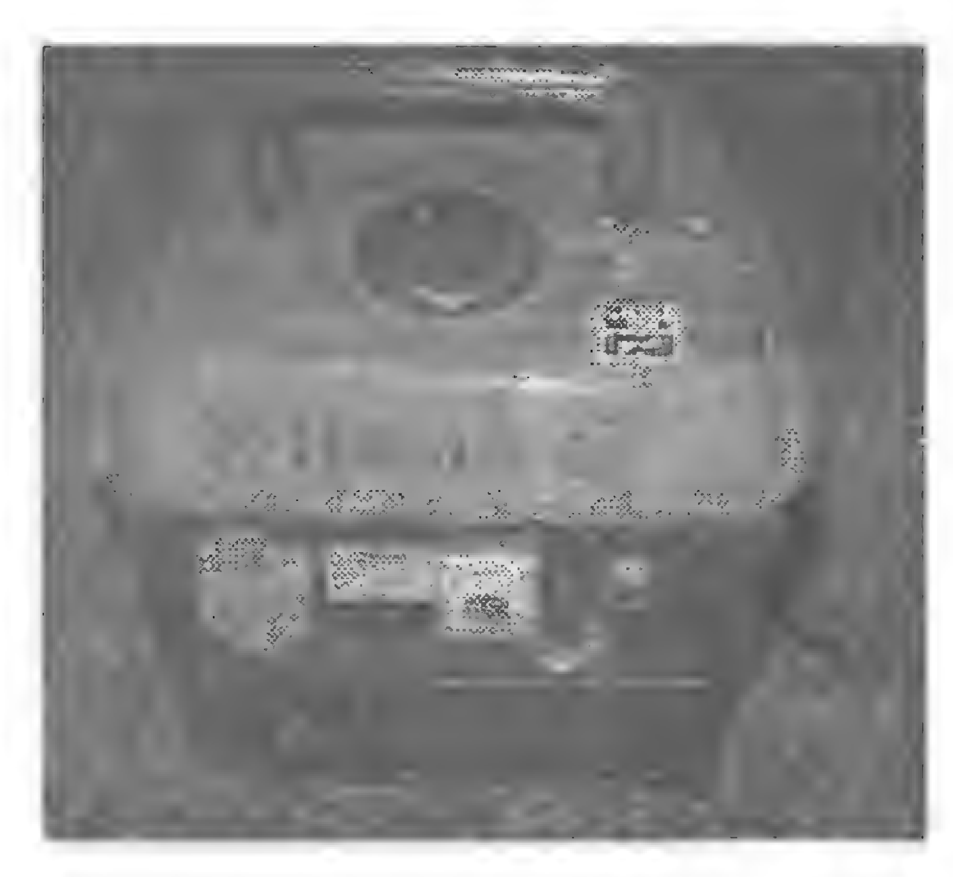


Рис. 3.5. Бензогенератор Hammer GNR-800A

щая по истечении 6 часов непрерывной работы. На корпусе имеется вольтметр, показывающий колебания выходного напряжения. Оно достаточно стабильно, тем не менее работа данного бензогенератора в связке с рассмотренным выше ИБП для достижения бесперебойного энергообеспечения дает на выходе стабильное напряжение. Таким образом, есть два пути применения бензогенератора совместно с ИБП:

1. ИБП подключается к выходу бензогенератора и выдает в нагрузку стабилизированное и отфильтрованное напряжение 220 В. Время работы такой автономной установки – 6 часов (ограничение бесперебойной работы бензогенератора) плюс ресурс внутренних АКБ ИБП.
2. ИБП и бензогенератор работают (обеспечивают автономное питание) попеременно. ИБП работает от своих (и дополнительных) АКБ на нагрузку, в то же время бензогенератор заряжает мощные АКБ (постоянным напряжением 12 В, соединительный кабель от разъема 12 В с зажимами типа «крокодил» на концах предусмотрен в комплекте), которые потом подключаются в качестве резервных к внутреннему (штатному АКБ) ИБП.

Оба способа бесперебойного обеспечения электропитания реально проверены. Звуковое давление (громкость) работы Hammer GNR-800A не превышает 30 дБ, что вполне допустимо на лоджии городской квартиры (чтобы не дышать выхлопными газами). Остается позаботиться только о запасе бензина и периодически наполнять бак бензогенератора, следить за перестановкой АКБ (если выбран второй вариант взаимодействия источников бесперебойного питания). В таком режиме можно жить и работать не только «при свечах» длительное время, а с учетом развитой территории покрытия сотовых операторов, при условии их нормальной работы, обеспечив энергопитание своей аппаратуре, включая и ПК, применив модем, можно оперативно получать информацию с помощью интернет-технологий. Таким образом, обеспечена связь с внешним миром.

3.1.8. Дополнительная подстраховка для связи с внешним миром в критических условиях

Локальные аварии ограничены по времени, а с помощью рассмотренных способов их отрицательное воздействие для своей семьи

можно минимизировать. Но в случае масштабных катастроф нужен альтернативный источник не только напряжения, но и связи. Таким источником (для приема и передачи информации по радиоэфиру) может служить радиостанция на ультракоротких и коротких волнах, к примеру профессиональный трансивер IC-718, представленный на рис. 3.6.

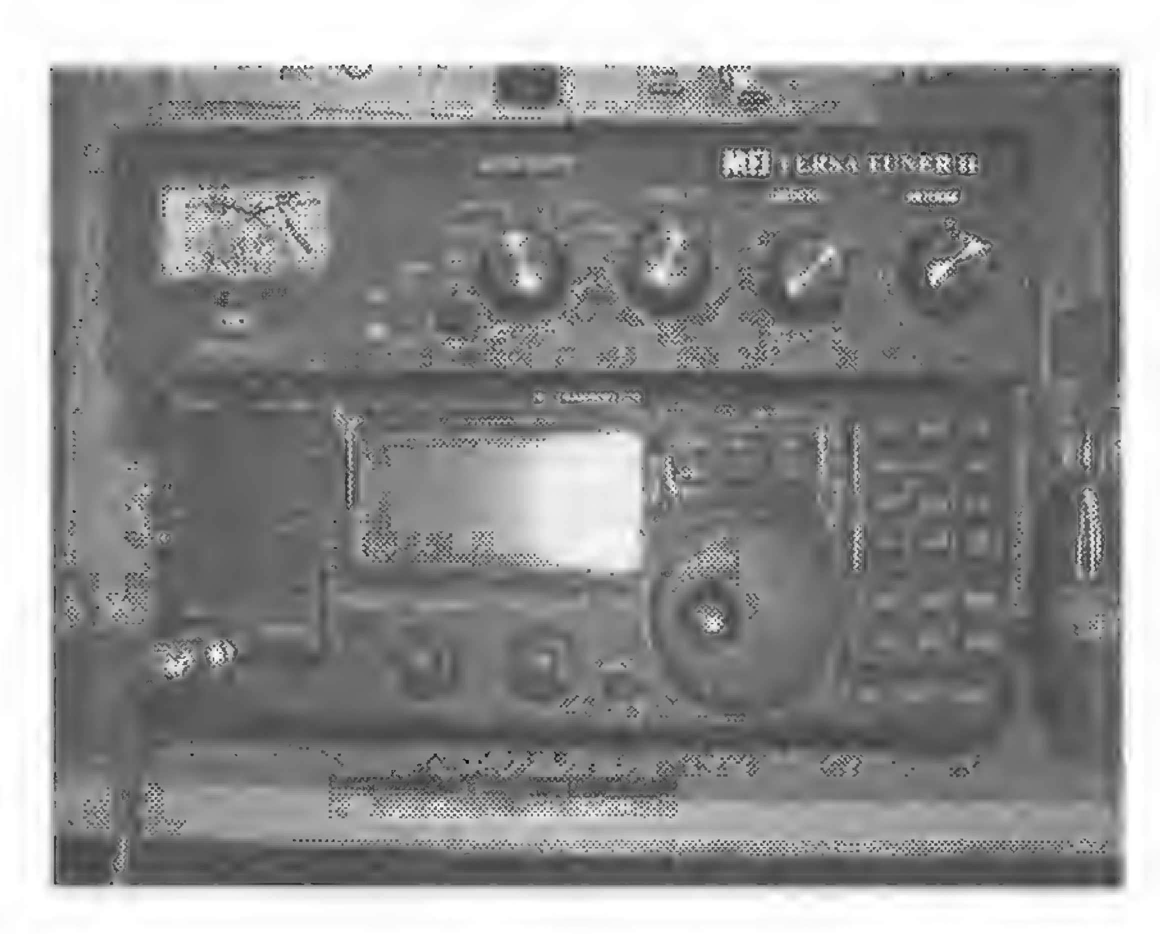


Рис. 3.6. Трансивер IC-718

Как уже было отмечено выше, при блокировке сотовых операторов, телевидения и массового радиовещания с помощью таких радиостанций на коротких волнах можно общаться на очень дальние расстояния (десятки тысяч километров). Дальность связи завит от настройки трансивера, в том числе от хорошо согласованного антенного хозяйства, местоположения антенны и самого корреспондента (в городе помех больше, в том числе из-за плотной застройки, чем на ровной местности, пустыре), прохождения радиоволн в эфире (метеоусловий). Эффективность общения зависит также и от квалификации оператора, знания международных языков и правил радиолюбительского обмена. История знает много фактов, когда с помощью подобных устройств радиолюбители в период «железного занавеса» могли получать (и получали) оперативную информацию от зарубежных коллег. В критической аварийной ситуации рассмотренный альтернативный способ связи и получения оперативной информации не помешает, а возможно, и сохранит жизни людей.

3.2. Бытовые датчики движения LX-19B и LX-2000 и их доработка

В продаже имеются инфракрасные датчики движения, по форме адаптированные под настенные включатели света для скрытой проводки (рис. 3.7) LX-19B и LX-2000 (рис. 3.8) производства китайской фирмы Litarc Lighting & Electronic Ltd.

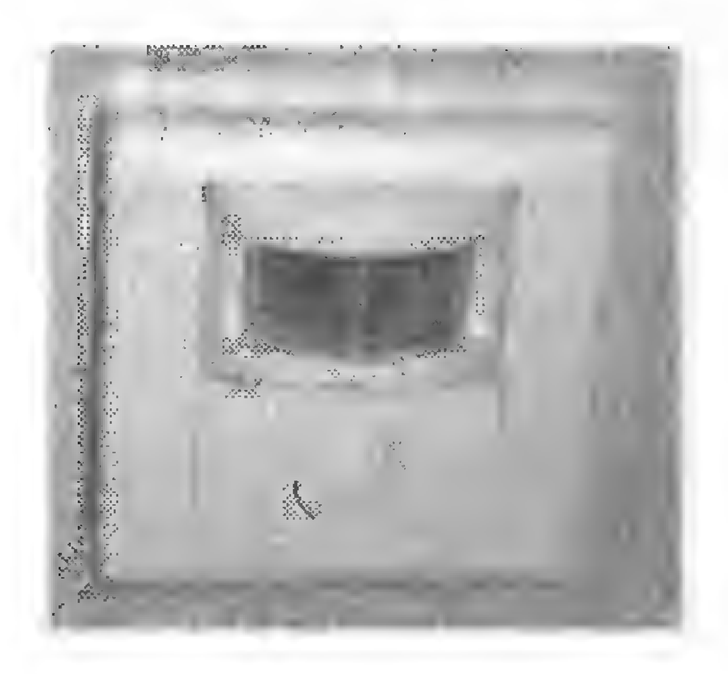


Рис. 3.7. Бытовой включатель света – датчик движения LX-19B

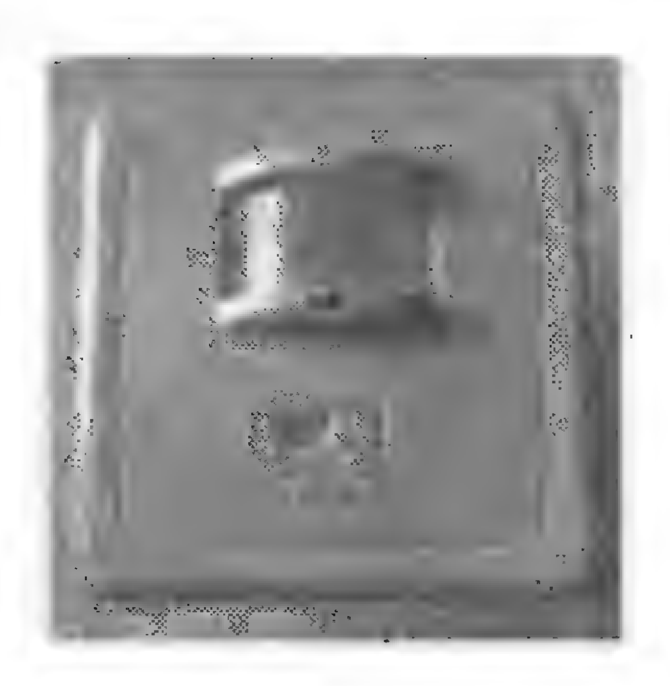


Рис. 3.8. Бытовой включатель света – датчик движения LX-2000

Краткие технические характеристики выключателя настенного LX-19B

Угол обзора 120°.

Дальность обнаружения 9 м.

Рабочая нагрузка 600 Вт.

Время задержки срабатывания 4–420 с.

Освещенность 10–2000 лк.

Высота установки от пола 1–1,6 м.

Питание ~220–240 В / 50–60 Гц.

Трехпроводное подключение рабочей нагрузки (схема включения представлена на рис. 3.9).

LX-19B имеет огромную популярность и широко применяется, однако имеет некоторые недостатки, которые можно исправить с помощью несложной доработки.

Кнопка включения (с фиксацией) на передней панели имеет два положения (нажата – включено / отжата – выключено). При выключенном состоянии устройство тока не потребляет и не реагирует

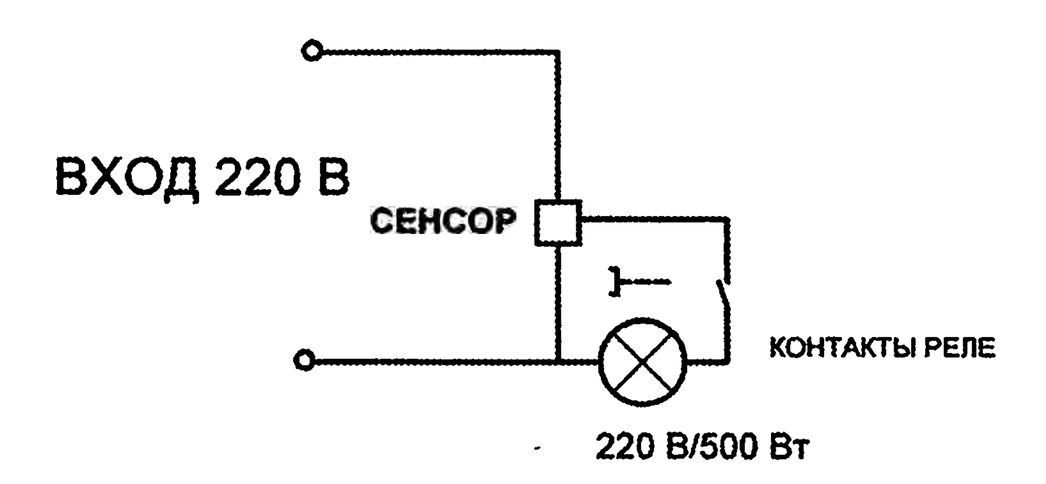


Рис. 3.9. Электрическая схема включения датчика движения LX-19B (SEN-1)

на изменение теплового поля (выключено полностью). Во включенном состоянии датчик реагирует на движение при соответствующей освещенности объекта (в пределах 9 м), включая таймер задержки выключения света; оба параметра регулируются переменными резисторами в SMD-исполнении, выведенными на панель под крышкой. При соответствующих установках с помощью этих регуляторов чувствительности устройства при движении в зоне ответственности датчика свет включается и горит в течение 4–420 секунд (в соответствии с параметрами устройства).

Многие, как и автор, используют данный датчик в качестве сетевого включателя света для бра (рядом с которым удобно почитать, прилечь, смотреть телевизор). Выясняется, что при чтении пользоваться таким устройством практически неудобно; здесь обнаруживается один из недостатков устройства – времени задержки выключения (максимальное чуть больше 5 минут) недостаточно.

Поскольку при чтении человек, как правило, не совершает резких движений, сидит (лежит) в зоне ответственности датчика движения неподвижно, то выключатель – по истечении времени задержки встроенного таймера – отключается. Поскольку кнопки «ручного управления» (принудительного включения света) устройство не имеет, приходится совершать принудительные движения рукой, отвлекаясь от книги.

Чтобы увеличить время задержки выключения, потребуется вскрыть корпус устройства с тыльной стороны, открутив 2 крепежных самореза, и заменить оксидный времязадающий конденсатор (обозначение C45) на печатной плате – установив новый емкостью 6800 мкФ на рабочее напряжение 16 В (вместо 220 мкФ на 16 В). Как это сделать, показано на рис. 3.10.

Для замены подходит любой оксидный конденсатор с указанными выше параметрами, к примеру ESP.

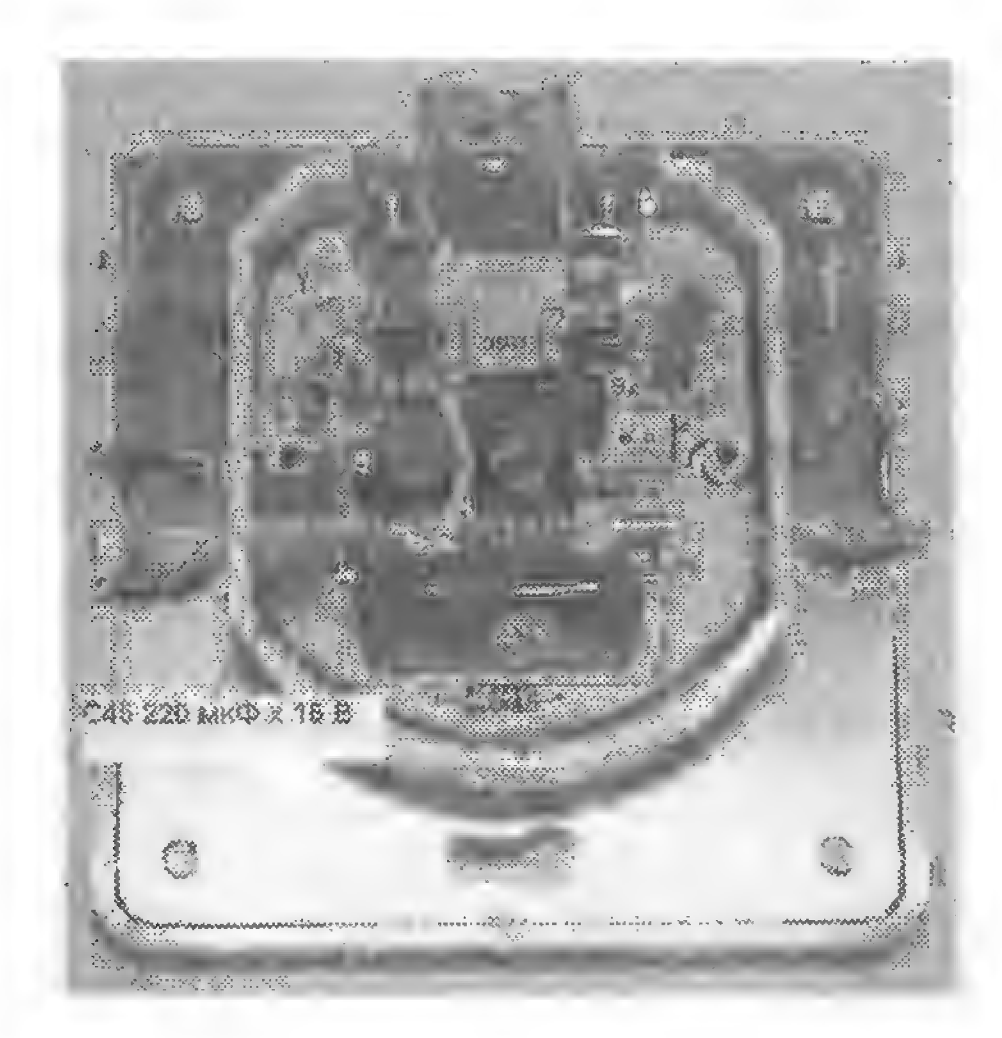


Рис. 3.10. Вид на конденсатор, подлежащий замене

Найти этот конденсатор на печатной плате (в выключателе две печатные платы, расположенные одна под другой) несложно. Кроме деталей в SMD-исполнении, только 2 оксидных конденсатора «возвышаются» в монтаже; один из них – фильтр по питанию. После рекомендуемой замены максимальная выдержка времени составит не менее 22 минут, что вполне позволяет разрешить возникшую неприятность; за 22 минуты человек хоть раз обязательно сдвинется (сделает движение), что будет зафиксировано пироэлектрическим детектором – датчиком движения, и отсчет выдержки времени начнется заново. Читать или смотреть телетрансляцию станет намного комфортнее. Для дополнительных сведений в части понимания принципа работы описанного устройства, возможно, пригодится электрическая схема бытового датчика движения, описанная в статье Власюка Н. «Пассивные ИК-датчики движения»[1]. На ней заменяемый конденсатор в узле встроенного таймера имеет обозначение С14.

LX-2000 как более современная и (относительно описанного выше) многофункциональная типовая модель имеет один встроенный датчик контроля движения (максимальная чувствительность – расстояние-детектирование до 12 м, регулируется), датчик контроля освещенности и высокочувствительный (сила звука 30 дБ) датчик контроля звука, реализованный на электретном микрофоне.

---

[1] Власюк Н. Пассивные ИК-датчики движения // Радиоаматор. – 2006. – № 5. – С. 31.

Другие параметры тоже впечатляют:

- максимальный угол обзора (детектирования) 140°;
- диапазон рабочих температур –20...+40 °С;
- встроенный таймер (регулируемое время задержки выключения света) 5–540 секунд;
- максимальная мощность подключаемой нагрузки до 500 Вт;
- потребляемая мощность (электроники датчика) 0,45 Вт;
- удобная регулировка на передней панели.

В дополнение ко всему LX-2000 подключается в электрическую цепь 220 В 50 Гц последовательно с лампой освещения, то есть имеет только 2 контакта; это очень удобно. Электрическая схема включения представлена на рис. 3.11.

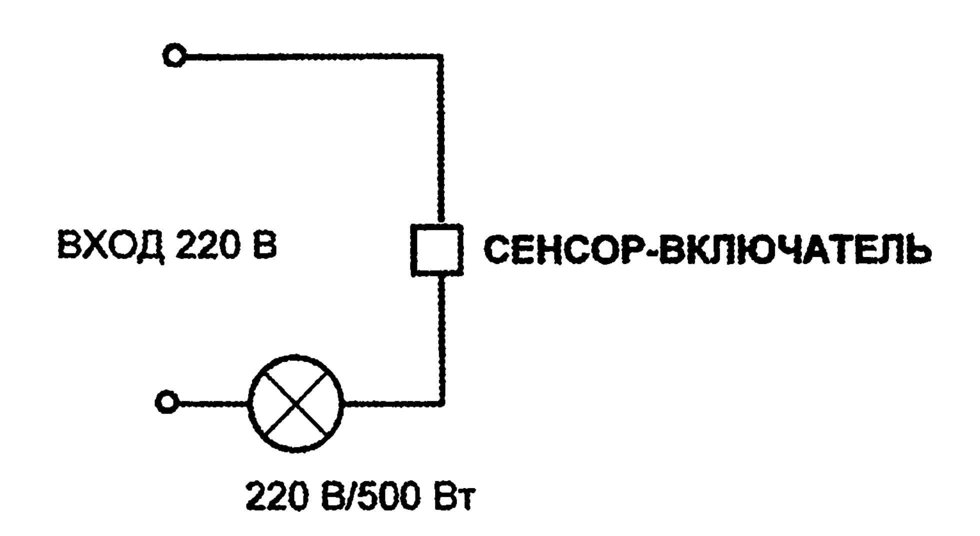


Рис. 3.11. Электрическая схема включения LX-2000

На рис. 3.12 представлен внешний вид со снятой передней панелью – для доступа к элементам настройки (регуляторам управления).

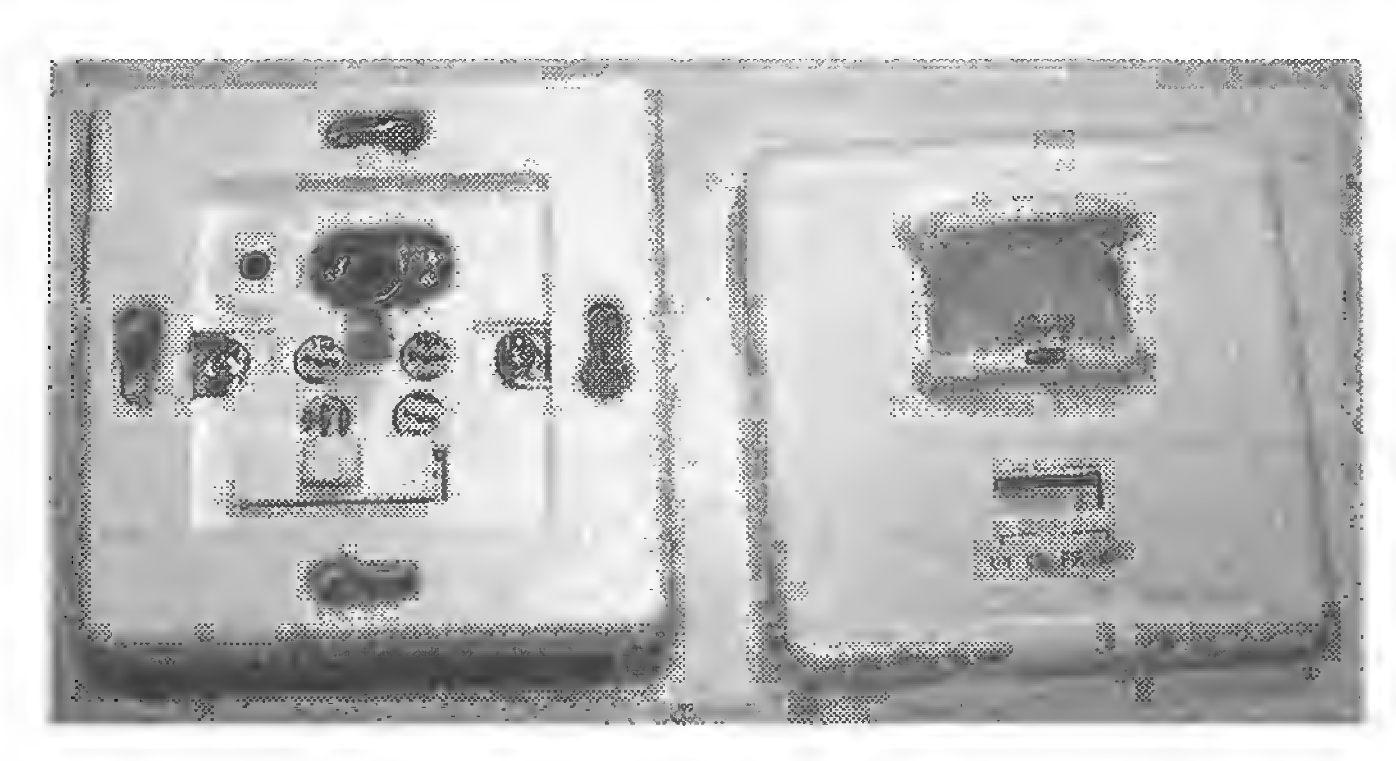


Рис. 3.12. Вид со снятой передней панелью – для доступа к элементам настройки

Это многофункциональное устройство электронного датчика движения (сенсора) предназначено для экономного использования электроэнергии при освещении внутреннего пространства помещений (квартиры, офисы, комнаты, лестничные площадки). Датчик движения автоматически включит свет при появлении в зоне его действия движущихся тепловых объектов (человек, животное), а также автоматически выключит его через определенное время (в соответствии с настройкой) при отсутствии движения объектов в зоне контроля. В корпусе сенсора встроен датчик освещенности, который автоматически определяет смену дня и ночи (изменение освещенности помещения). Встроенный регулируемый высокочастотный датчик звука позволяет включать и выключать освещение. Электронный сенсор также может быть использован как датчик контроля движения в системах охранной сигнализации помещений.

Для максимальной эффективности использования такие датчики устанавливают на расстоянии от пола 0,5–1,8 м.

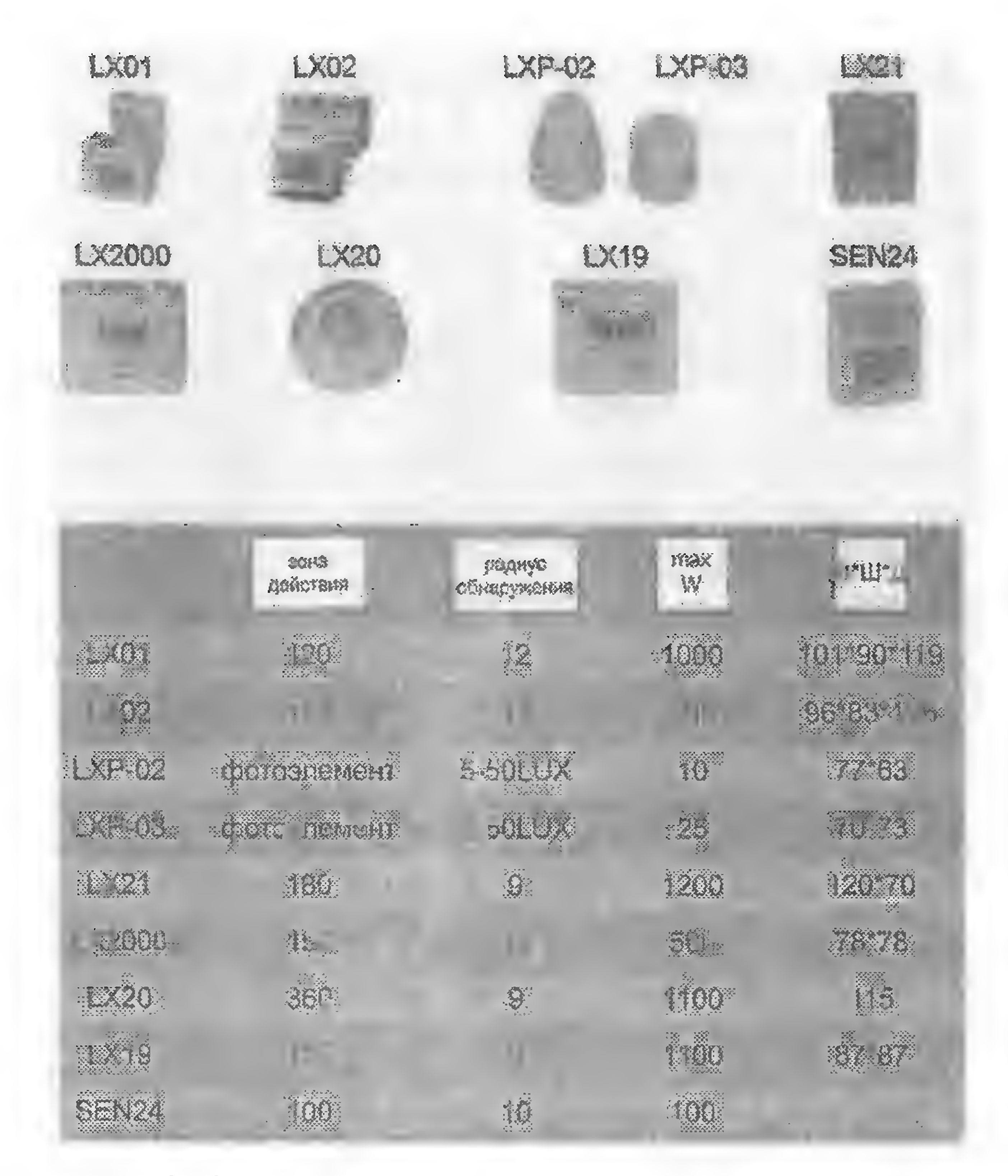
Для продления времени задержки выключения света можно (по аналогии) использовать методику, рекомендованную выше, – для датчика LX-19B с заменой времязадающего конденсатора на печатной плате. Однако датчик LX-2000, совмещенный со звукочувствительным узлом, практически в этом не нуждается. Кроме того, на передней панели LX-2000 (см. рис. 1.12) помещен полозковый включатель выбора режимов, с помощью которого можно установить датчик в режим постоянного включения освещения «ON».

Розничная цена LX-2000 (450 руб.) всего на 60 рублей выше, чем у его более ранней разработки.

На рис. 3.13 (для сведения) приведены данные о других датчиках движения модельного ряда LX, с аналогичным принципом действия и назначения.

3.3. Дистанционное управление из радиостанции Си-Би

В современном жилом помещении (квартире, частном доме) в XXI веке не обязательно следовать старому принципу управления удаленными устройствами по проводам. Можно поступить иначе, для пользы дела применив старые, морально устаревшие промышленные и самодельные устройства, дав им «вторую жизнь». Те, кто имеет в запасах работоспособную радиостанцию Си-Би диапазона (граж-



	зона действия	радиус обнаружения	max W	*Ш*
LX01	120	12	1000	101*90*119
[illegible]02	[illegible]	[illegible]	[illegible]	96*83*[illegible]
LXP-02	фотоэлемент	5-50LUX	10	77*63
LXP-03	[illegible]	[illegible]50LUX	25	70*23
LX21	180	9	1200	120*70
[illegible]2000	[illegible]	[illegible]	50[illegible]	78*78
LX20	360	9	1100	115
LX19	[illegible]	[illegible]	1100	87*87
SEN24	100	10	100	

Рис. 3.13. Некоторые характеристики датчиков движения модельного ряда LX

данский диапазон 26–28 МГц) мощностью более 1 Вт, имеет потенциальную возможность создать своими руками простое устройство радиоуправления без проводов в собственном жилище.

Как любое подобное устройство, оно включает в себя передающий и приемный блоки; в качестве передатчика по радиоканалу применяется исправная радиостанция (она может быть как портативной, переносной, так и автомобильной, возимой и даже стационарной) без всякой доработки. Такой радиостанцией может быть практически любая, к примеру и морально устаревшая Tokai-5024 (см. рис. 3.14).

В качестве приемника сигнала по радиоканалу необычным образом используется... простой чувствительный сенсор, реализованный на одной КМОП-микросхеме К561ТЛ1 (аналог CD4063B). Устройство приемного узла изготавливают самостоятельно и устанавлива-

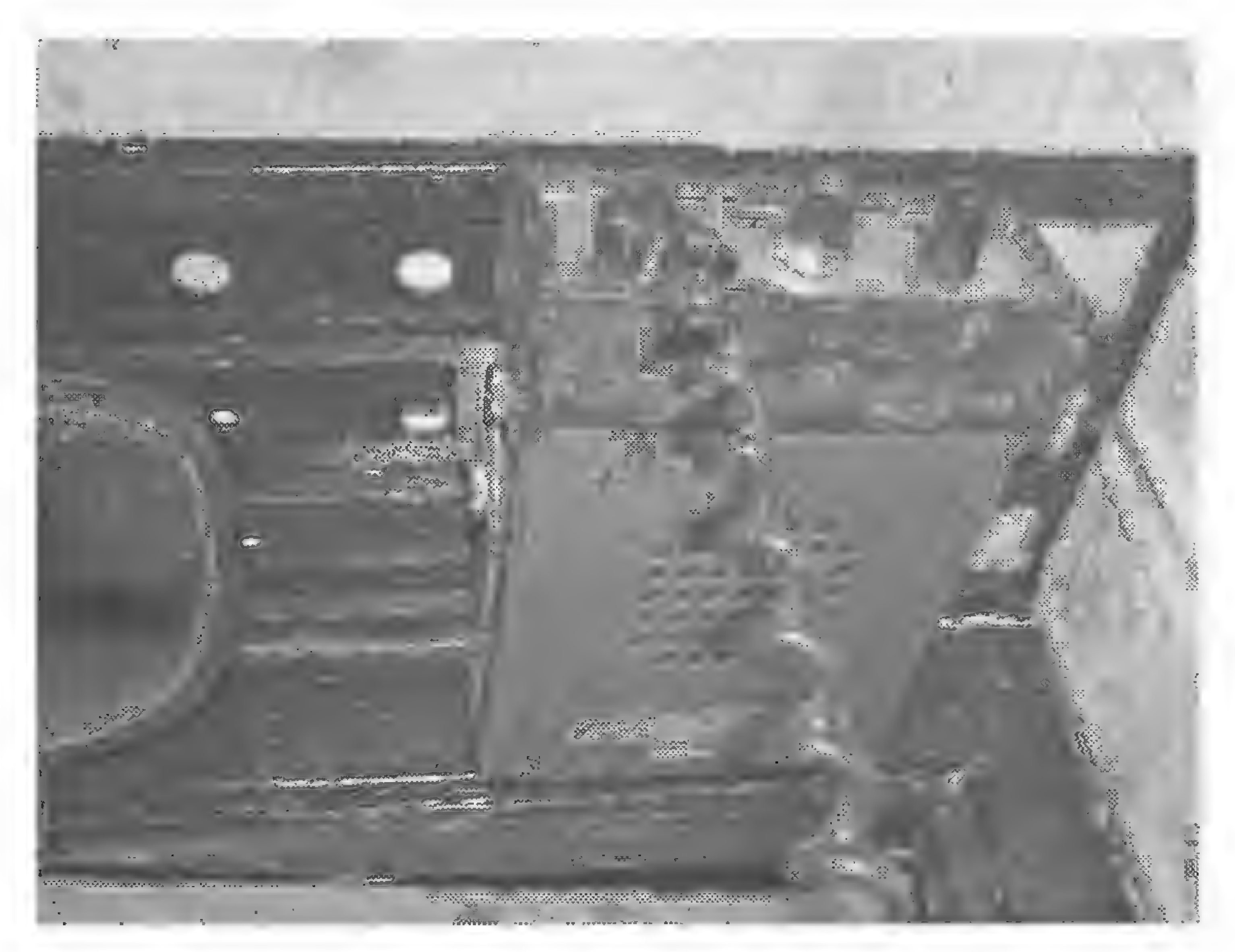


Рис. 3.14. Внешний вид радиостанции Tokai-5024, установленной в туалете

ют в месте сигнализации или вблизи узла управления другой электронной (или механической) конструкцией. На рис. 3.15 представлен вид в месте установки чувствительного сенсора вблизи входной двери квартиры автора.

В бывшем корпусе от реле регулятора генератора автомобилей семейства ГАЗ находится монтажная плата с элементами устройства. В корпусе промышленного источника питания (с напряжением 9 В) ПУ-1М – непосредственно сам нестабилизированный источник питания. К выводу сенсора приемного устройства подключен экранированный провод длиной 55 см. Экран подключен к общему проводу («минусу» питания). Центральная жила – к объединенным выводам пьезоэлектрического капсюля ЗП-1 (см. рис. 3.16).

Таким образом, зафиксированный с помощью клея «супермомент-гель» на подвижной части входной двери городской квартиры пьезодатчик одновременно является сенсором и датчиком удара. При механическом воздействии на дверное полотно (материал значения не имеет) устройство сигнализирует звуком. Такой же эффект возникает при включении (с помощью тангенты) радиостанции в режиме «передача».



Рис. 3.15. Вид в месте установки чувствительного сенсора вблизи входной двери городской квартиры



Рис. 3.16. Вид на подключение экранированного провода к выводам чувствительного датчика

3.3.1. Обоснование разработки

Принцип работы всего устройства связан с передачей радиосигнала на расстояние. По проведенным в течение 4 лет авторским наблюдениям (описания см. в литературе) эмпирически установлено, что на расстоянии до 15 м (в пределах одной квартиры, которая имеет несколько жилых помещений) с помощью мощного радиосигнала можно без проводов управлять различными по назначению электронными устройствами, как то: любые датчики движения, сенсорные устройства, индикаторы напряженности поля. То есть всеми теми устройствами промышленной сборки и самодельными, которые с помощью своих чувствительных датчиков (пироэлектрических датчиков движения и сенсоров) реагируют на изменение напряженности поля. Простейшим таким датчиком – для визуального подтверждения эксперимента – может служить любой стрелочный тестер (цифровой более инертен в измерении показаний, хотя и он не исключение). Измерительный прибор со стрелочным индикатором, который, очевидно, найдется в домашней лаборатории радиолюбителя, не нужно даже включать (он может не иметь элементов

питания) и специально устанавливать в особый режим измерений; в данном случае важна только сама магнитная система стрелочного индикатора, которая чутко реагирует на изменение поля. При установке такого индикатора рядом с антенной радиостанции (в данном случае в виде антенны может быть использован отрезок любого провода в изоляции, подключенный к центральному контакту антенного разъема радиостанции) и включении последней в режим «передача» стрелка индикатора отклонится почти до максимума. Инерция и дальность отклонения стрелки магнитного стрелочного прибора зависят от близости индикатора к антенне и мощности передатчика.

На основании этого, а также того, что датчики движения в отдельной квартире произвольно включаются при проведении данного эксперимента в момент перехода радиостанции в режим «передача», стали возможны дополнительные исследования передачи на расстояние радиосигналов, вызывающие напряженности поля в нескольких десятков метров от антенны, и разработка рекомендуемого к повторению устройства.

Электрическая схема устройства чувствительного сенсора-датчика представлена на рис. 3.17.

Принцип работы приемного узла рассмотрим далее.

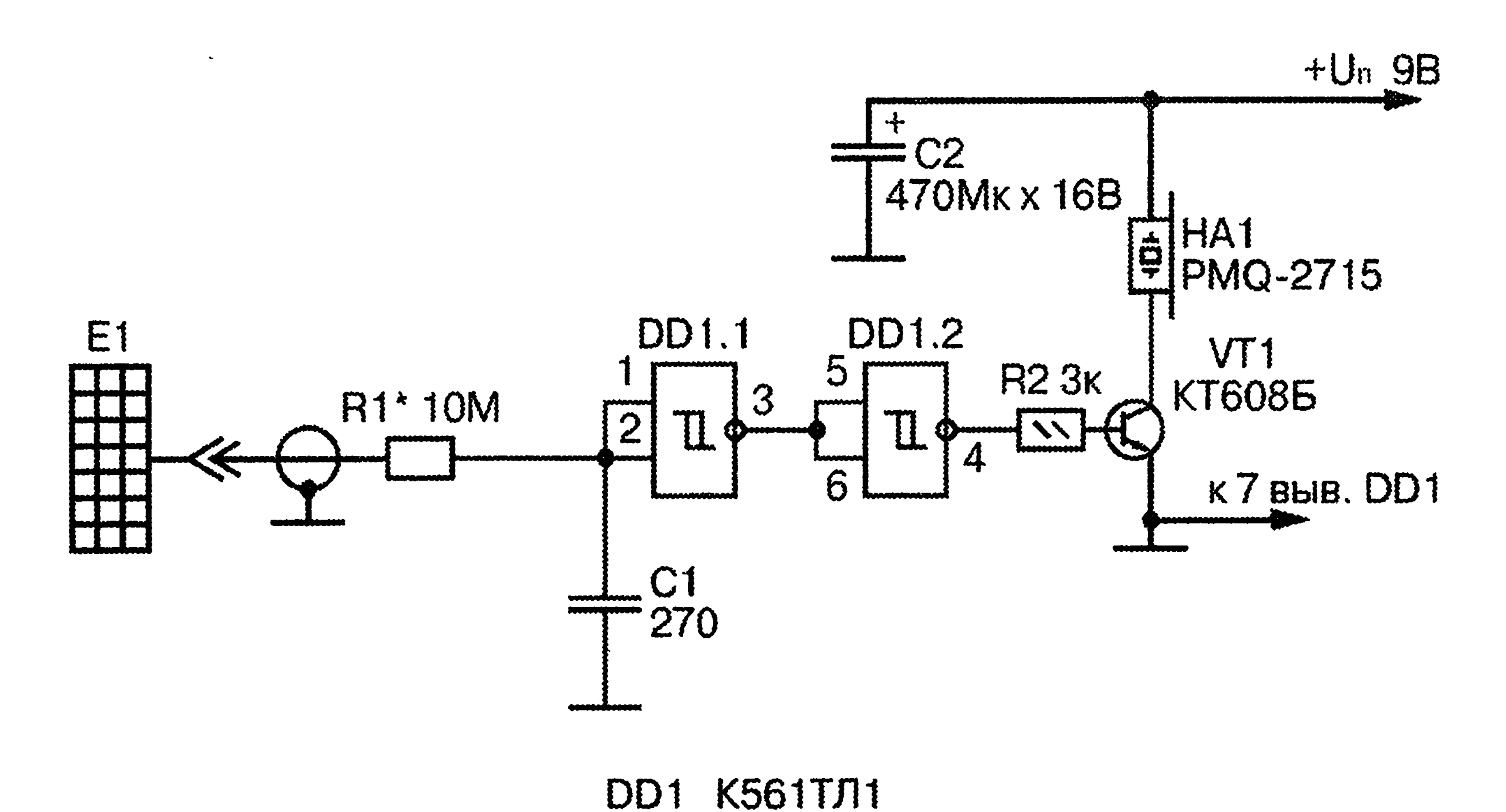


Рис. 3.17. Электрическая схема устройства чувствительной звуковой сигнализации на основе пьезоэлектрического датчика ЗП-1

3.3.2. Простое устройство с пьезоэлектрическим эффектом на службе дверной сигнализации

Пьезоэлектрический эффект был открыт в 1880 году Джексом и Пьером Кюри. Они заметили, что в некоторых кристаллах при механическом воздействии на них появляется электрическая поляризация, причем степень ее пропорциональна величине воздействия. Позже Кюри открыл инверсионный пьезоэлектрический эффект – деформирование материалов, помещенных в электрическое поле. Пьезоэлектрический эффект присущ некоторым природным кристаллам, таким как кварц и турмалин, которые в течение многих лет использовались в качестве электромеханических преобразователей. Так, кристаллическая решетка кристаллов, обладающих пьезоэлектрическим эффектом, не имеет центра симметрии. Воздействие (сжимающее или растягивающее), приложенное к такому кристаллу, приводит к поляризации после разделения положительных и отрицательных зарядов, имеющихся в каждой отдельной элементарной частице.

Эффект практически линейный, то есть степень поляризации прямо пропорциональна величине прилагаемого усилия, но направление поляризации зависимо, так как усилия сжатия или растяжения генерируют электрические поля, а следовательно, и напряжение противоположной полярности. Пьезоэлектрические элементы идеальны при использовании в качестве электромеханических преобразователей; они широко применяются для изготовления пьезокерамических компонентов, узлов и устройств. Некоторые пьезокерамические элементы, к примеру ЗП-1, ЗП-3, могут выполнять функции компонента или готового электронного узла и не нуждаются в дополнительной доработке. На основе пьезоэлектрического капсюля ЗП-1 или ЗП-3 можно создать простое и надежное устройство звуковой сигнализации. Схема устройства представлена на рис. 4.

Датчик – это сенсорный контакт, корпус ЗП-1, соединенный с элементами микросхемы экранированным кабелем. Особенность этого высокочувствительного устройства – в том, что триггер Шмитта на элементе микросхемы DD1 переключается пропорционально силе механического воздействия на пьезодатчик ЗП-1, а также в возможности удаления датчика от основной части (схемы) электронного узла.

После окончания механического воздействия на пьезокапсюль (к примеру, когда дверь открывалась и закрылась, или после сту-

ка по ней, после задвижки щеколды – любого иного механического воздействия на поверхность двери) будет раздаваться акустический звук длительностью 1–5 секунд в зависимости от силы механического воздействия и положения движка резистора R1. Несмотря на то что в схеме нет специального таймера (задержки выключения звука), эффект происходит благодаря применению именно микросхемы К561ТЛ1 (ТЛ2) с триггером Шмитта. Эта особенность и позволила применить устройство в качестве «охранной» звуковой сигнализации, установленной на входную дверь.

Чувствительность узла позволяет реагировать не только на механическое воздействие, но и на прикосновение к капсюлю (ЗП-1, имеющему неизолированный корпус). Для сенсорного эффекта необходимо выполнить условие – длину экранированного провода выбирать не менее 30 см.

На практике устройство используется для автоматического включения звуковой сигнализации при любом механическом воздействии (постукивании) по двери (в том числе ее открывании/закрывании). Пьезодатчик ЗП-1 фиксируется каплей клея «супермомент» к двери с внутренней стороны двери квартиры.

3.3.3. Принцип работы устройства

Сотрясение, вибрация и детонация влияют на капсюль ЗП-1 и преобразуются с его помощью в электрический сигнал. Триггер Шмита на элементе DD1 микросхемы К561ТЛ1 или К561ТЛ2 (зарубежный аналог CD4093B) реагирует даже на незначительное изменение входного уровня и перебрасывается в другое состояние.

Эта микросхема имеет в своем составе 4 однотипных элемента с функцией 2И-НЕ с триггерами Шмита с гистерезисом (задержкой) на входе и инверсией по выходу. Применение этой микросхемы здесь оправдано еще и тем, что она (и К561 серия микросхем, в частности) имеет ультрамалые рабочие токи, высокую помехозащищенность (до 45% от уровня напряжения питания, работает в широком диапазоне питающего напряжения – от 4 до 15 В), имеет защищенность по входу от потенциала статического электричества и кратковременного превышения входных уровней и многие другие преимущества, которые позволяют широко использовать ее в радиолюбительских конструкциях, не требуя особых мер предосторожности и защиты.

Кроме того, микросхема К561ТЛ1 позволяет включать свои независимые логические элементы параллельно, в качестве буферных

элементов, вследствие чего мощность выходного сигнала легко кратно увеличить. Триггеры Шмита – это, как правило, бистабильные схемы, способные работать с медленно возрастающими входными сигналами, в том числе с примесью помех, при этом обеспечивающие по выходу крутые фронты импульсов, которые уже можно передавать дальше (в другие узлы схемы) для стыковки с другими ключевыми элементами и микросхемами. Если коротко, то микросхема К561ТЛ1 (как, впрочем, и К561ТЛ2, которую также можно применить в данном устройстве без изменений схемы) может выделять управляющий сигнал (в том числе цифровой) для других устройств из аналогового или нечеткого входного импульса.

Схема включения инверторов – классическая, она описана в справочных изданиях. В исходном положении после включения питания на входе элемента DD1.1 присутствует неопределенное состояние, близкое к низкому логическому уровню. На входе DD1 – высокий уровень, на выходе – низкий. Звуковой капсюль FMQ-2715 не активен.

При механическом воздействии на датчик высокий уровень с выхода триггера Шмита (вывод 3 DD1) поступает на усилитель тока (реализованный на транзисторе VT1) и открывает его. Когда транзистор VT1 открыт, почти все напряжение питания приложено к звуковому капсюлю; он громко звучит с частотой примерно 1000 Гц.

Уровень чувствительности устройства можно скорректировать изменением сопротивления резистора R1. Частотную характеристику механического воздействия можно незначительно корректировать введением дополнительного конденсатора С2 емкостью 200–1000 пФ параллельно выводам 1 и 2 элемента DD1 (или пьезоэлектрическому капсюлю). Оплетку экранированного кабеля подключают к корпусу датчика ЗП-1 и общему проводу схемы («минусу» питания). Два изолированных контакта (вывода) ЗП-1 соединяют вместе и подключают к центральной жиле экранированного кабеля, которая, в свою очередь, подключается к выводам 1 и 2 микросхемы DD1 (К561ТЛ1 или К561ТЛ2).

Эксперименты показали, что экранированный соединительный провод к ЗП-1 предотвращает ложные срабатывания устройства.

На рис. 1.15 представлена общая иллюстрация крепления элементов устройства – источника питания постоянного тока ПУ-1М с выходным напряжением 9 В (внизу рисунка) и элементов схемы, «спрятанных» в корпус от реле-регулятора грузовых автомобилей семейства ГАЗ (там же виден закрепленный клеем звуковой капсюль).

Экранированный провод (кабель РК-50, РК-75 или экранированный провод звуковой частоты (ЗЧ) – подходят все типы) допустим длиной 1–1,5 м.

3.3.4. О выборе комплектующих

Вместо ЗП-1 можно применить капсюль ЗП-3.

При экспериментах с другими капсюлями ЗП-18, ЗП-22 чувствительность устройства заметно ниже, чем при использовании пьезоэлектрического капсюля ЗП-1 (или ЗП-3).

Вместо звукового капсюля, указанного на схеме, можно применить любой аналогичный – со встроенным генератором звуковой частоты, рассчитанный на напряжение питания 9–12 В и ток до 50 мА, к примеру FMQ-2715D или KPI4510L. Капсюли со встроенным генератором звуковой частоты подключают с обязательным соблюдением полярности питания.

Все постоянные резисторы типа МЛТ-0,25, MF-25.

Оксидные конденсаторы типа К50-35 или аналогичные. В качестве транзистора VT1 можно использовать среднемощные кремниевые транзисторы КТ3102, КТ601, КТ603, КТ630, КТ815, КТ817, КТ940 или их аналоги с любыми буквенными индексами. Из зарубежных аналогов подойдет транзистор 2N5551.

Устанавливать VT1 на радиатор не требуется.

Источник питания – любой с выходным напряжением 9–12 В.

Ток потребления (в режиме ожидания) – единицы мА. Оксидный конденсатор C1 сглаживает пульсации напряжения источника питания.

В налаживании устройство не нуждается и при безошибочном монтаже начинает работать сразу.

3.3.5. Дополнительные возможности применения

Кроме звуковой сигнализации, в сочетании со схемой на рис. 1.17 данный электронный узел может управлять различными исполнительными устройствами. Для этого капсюль со встроенным звуковым генератором HA1 заменяют электромагнитным реле (например, BV2091 SRUH-SH-112DM (фирмы «Pasi»), RM85-2011-35-1012 (фирмы «Relpol»), SPST), контакты которого управляют более мощной нагрузкой.

При эксплуатации устройства замечена еще одна интересная особенность; при изменении фазировки сетевой вилки источника питания (при рекомендованном напряжении 9–12 В) устройство работает как триггер (реагирует даже на однократное механическое воздействие ЗП-1 и устанавливается в одно из устойчивых состояний до следующего открывания двери).

При эксплуатации этого простого устройства замечена интересная особенность, которая и послужила идеей для создания вышеописанной разработки: если неподалеку работает радиостанция в режиме «передача», возможны «ложные» срабатывания устройства; звук будет включаться на 1–5 секунд при каждом включении на передачу радиостанции. Частота передачи роли не играет; при работе портативной радиостанции Kenwood TH-F7E (мощность 5 Вт) на частотах 145 МГц и старой автомобильной SB-радиостанции Tokai -5024 (27 МГц, мощность 4 Вт) на удалении 8 м (в другой комнате, ограниченной кирпичной стеной) эффект тот же. Практическое применение данная особенность может найти для дистанционного кратковременного включения звукового сигнала (подачи вызова и прочего).

3.4. Оригинальный сенсорный цветок

Оригинальность устройства – в подключении двух аналогичных сенсоров, собранных из дискретных элементов. Сенсор E1 представляет собой штырь металлический длиной 3–5 см, припаянный к тонкому проводу и воткнутый в землю цветочного горшка, из которого растет любой живой (желательно вьющийся вверх) цветок. Штырь аналогичного сенсора E2 воткнут таким же образом в другой цветочный горшок. На стене в гостиной висят два цветка в горшках с листвой, поднимающейся вверх. Лампа HL1 в светильнике (бра) висит на стене между цветками. Все провода проложены по стене под обоями (в специальных канавках) так, чтобы были совсем не заметны.

Вы заходите в гостиную, подходите или присаживаетесь к первому цветку, слегка касаетесь рукой или любой другой частью тела (чувствительность сенсора такова, что прикосновение будет воспринято и через одежду) и... вдруг зажигается лампа. Касаетесь другого цветка, и лампа гаснет. Чудеса, да и только, но электроника может все.

Ниже описана электрическая схема сенсорного устройства, совмещенного с триггером (устройством с двумя устойчивыми состояния-

ми), а управляемым узлом в этой схеме является лампа освещения настенного светильника – бра. Электрическая схема устройства представлена на рис. 3.18.

На рис. 3.18 внизу показан метод включения нагрузки (лампы освещения с помощью контактов реле).

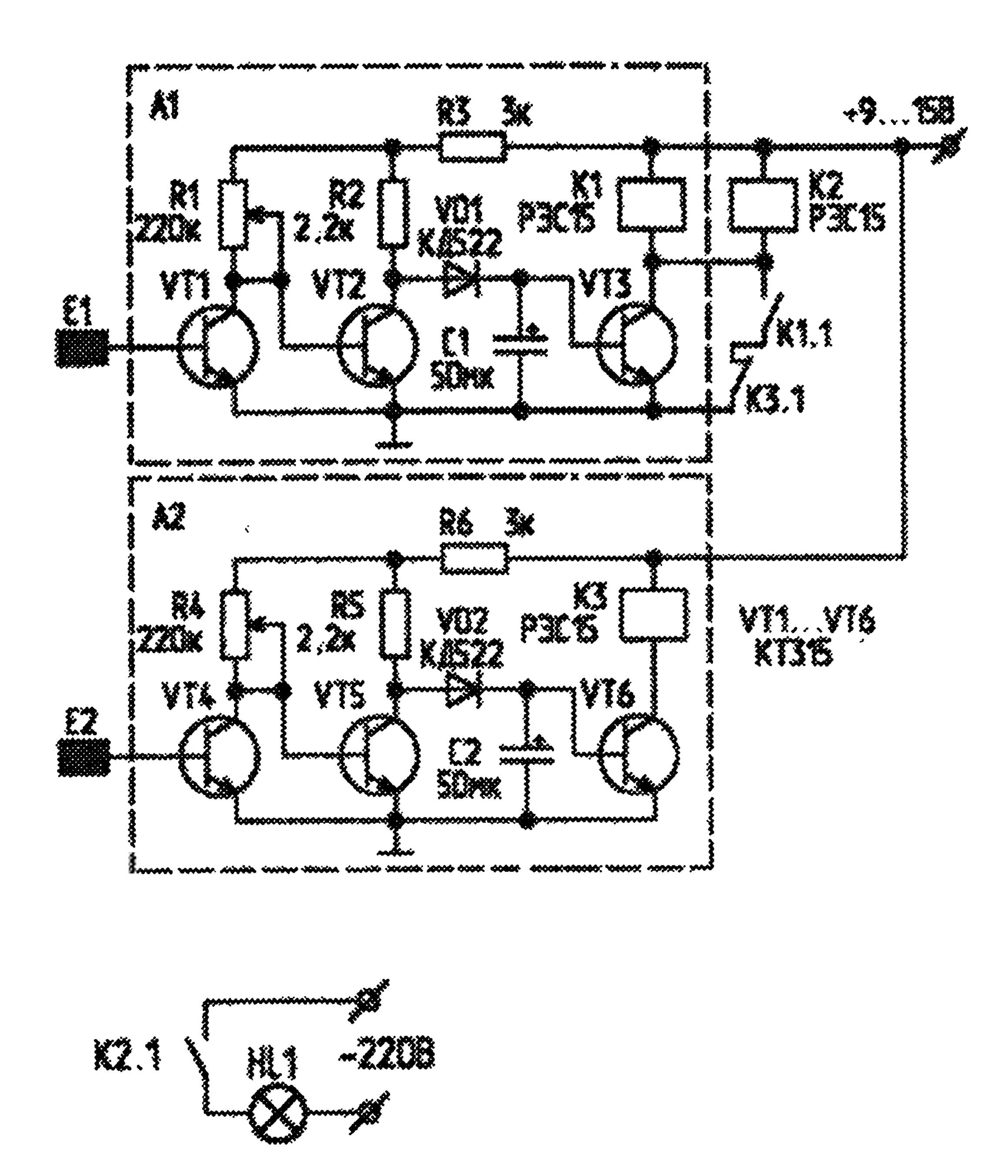


Рис. 3.18. Электрическая схема сенсорного устройства с триггером

Первый каскад устройства благодаря схемному решению очень чувствителен. При прикосновении к первому цветку (E1) наводка от тела человека усиливается каскадом на транзисторах VT1, VT2, выпрямляется диодом VD1 и через ключ (усилитель тока) на транзисторе VT3 включает параллельно соединенные реле K1, K2 (РЭС 15, паспорт 003, на напряжение срабатывания 7,5–9 В). Если использовать подходящее реле с несколькими группами контактов, можно обойтись одним реле вместо двух.

Сработав, реле контактами K1.1 блокирует VT3, обеспечивая для реле постоянное включенное состояние. Контакты K2 при этом замыкают цепь нагрузки (к примеру, включают лампу HL1). Более

мощная нагрузка может включаться и через дополнительное реле. Экранировать провода сенсоров не нужно.

При прикосновении к другому цветку (сенсор Е2) срабатывает реле К3, которое контактом К3.1 выключает реле К1, К2 и, соответственно, выключает нагрузку (лампу освещения бра).

Схема собирается из дискретных элементов, она проста, долговечна и надежна. При исправных элементах и правильном монтаже начинает работать сразу. Необходимо лишь подобрать величину сопротивления подстроечных резисторов R1, R4 для стабильного включения сенсора. Как правило, их сопротивление составляет 80–90 кОм.

Не рекомендую делать длину проводов от контактов сенсоров до схемы более 50–60 см, чтобы система не была подвержена наводкам и ложным срабатываниям. Источник питания для устройства необходим стабилизированный, с постоянным выходным напряжением в диапазоне 9–15 В. В ждущем режиме устройство потребляет ток 10 мА.

Отличие устройства – в том, что оно является составной частью домашнего освещения и реагирует на прикосновение к горшку, стволу растения или его листьям (что само по себе необычно), а также в том, что косвенно оно (с помощью воздействия слабого электрического тока) способствует активному росту растений.

3.4.1. Принцип работы устройства

При касании рукой человека стебля или листьев (земли в горшке) цветка чувствительный сенсор срабатывает, и включается освещение. Оно будет включено до тех пор, пока в осветительной сети присутствует напряжение 220 В и пока не будет прикосновения к горшку, цветку или почве, куда помещен сенсор Е2. После воздействия на Е2 свет выключится. На рис. 3.19 представлен вид на монтаж устройства (печатная плата не разрабатывалась) и корпус устройства, который взят от старого блока квартирной сигнализации «Сигнал».

От этого же блока для нового сенсорного устройства применен сетевой понимающий трансформатор и стабилизатор напряжения.

Устройство безопасно в эксплуатации и нормально работает у автора дома уже в течение семи лет, радуя глаз и создавая необычную атмосферу праздника и чудес. Главное, чтобы источник питания применялся с понижающим трансформатором. Внешний вид готового устройства сенсора с триггером – в корпусе, закрепленном на стене (недалеко от цветочных горшков), – представлен на фото рис. 3.20.

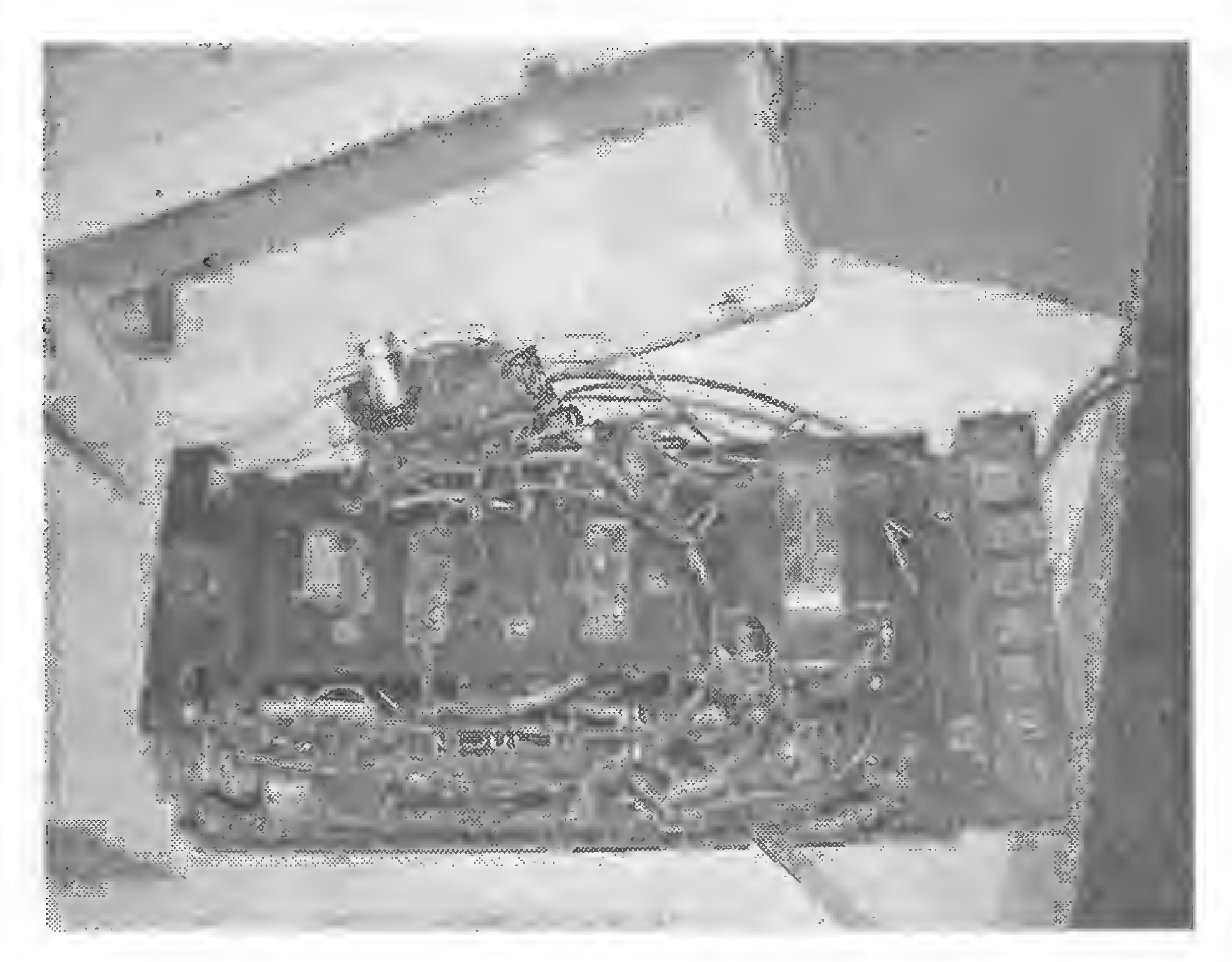


Рис. 3.19. Вид на корпус и монтаж устройства

При касании рукой человека растения наведенное в теле человека переменное напряжение (1–10 мВ) передается через стебель цветка и почву на сенсорный контакт. Электронное устройство воспринимает этот сигнал и включает устройство нагрузки.



Рис. 3.20. Место крепления корпуса устройства и цветочных горшков



Рис. 3.21. Вид на «заземленный» в горшке сенсорный контакт-спицу

3.4.2. Особенности разработки

Что происходит с цветком?

Растение (цветок) представляет собой проводник с определенным сопротивлением (вместе с почвой $R_{общ}$ в диапазоне 10–10000 кОм), которое зависит от многих факторов, как то влажности почвы, времени полива, особенностей растения, длины ствола и прочего.

Во время касания человеком стебля растения (земли в горшке, листьев) и воздействия на стебель переменного напряжения наводки через ствол растения проходит электрический ток. По результатам моего эксперимента растение прекрасно себя чувствует и размножается отростками. За время эксперимента именно это растение выделялось среди прочих (не имеющих воздействия электрического тока) своим цветущим состоянием. Этот вывод дает стимул заинтересованным радиолюбителям продолжить разработки в данном направлении и использовать результаты авторских экспериментов как новаторский импульс и отправную точку с практическими доказательствами.

Устройство также полезно в качестве дополнительного и своеобразного индикатора отключения напряжения сети 220 В; при сбоях в энергообеспечении и последующем включении напряжения лампа HL1 будет гореть независимо от того, в каком состоянии находились триггеры устройства до сбоя в электросети.

3.5. Вытяжка Bright с новым индикатором загрязненности внешнего фильтра

Угольные фильтры HEPA (High Efficiency Particulate Arrestance – высокоэффективная задержка частиц) применяются там, где предъявляются повышенные требования к чистоте воздуха. Они улавливают от 85 до 99,95% жировых аллергенов и загрязнителей размером до 0,001 мкм; при правильном использовании и в зависимости от частоты применения кухонной вытяжки требуют замены примерно раз в два года.

HEPA-фильтры улавливают в десятки раз меньшие по размерам частицы, чем фильтры S-класса в «бюджетных» моделях пылесосов. Однако фильтры HEPA намного дороже; поэтому применение в кухонных вытяжках датчика чистоты воздуха помогает вовремя обнаружить загрязненность внешнего тканевого фильтра вытяжки

(акрилового типа KR-60), установленного сразу за решеткой всасывания воздушного потока от плиты. Но проблема в том, что современные недорогие кухонные вытяжки не оснащены индикаторами загрязненности фильтров...

Это можно поправить, установив в вытяжку специальный датчик и индикатор, предназначенные для бытового пылесоса.

Мерцание неонового индикатора будет сигнализировать о необходимости замены внешнего фильтра и при соответствующей замене надолго продлит ресурс более дорогого внутреннего фильтра, сэкономит ваш семейный бюджет. Практически провести несложную доработку вытяжки сможет любой желающий.

3.5.1. Особенности и параметры кухонной вытяжки Bright

Вытяжка Bright отличается от остальных моделей в том же ценовом диапазоне техническими характеристиками: небольшим уровнем звуковой мощности (шумности) в форсированном (максимальном) режиме - всего 51 дБ и воздухопроизводительностью - не менее 250 м^3/ч. Имеет сменный угольный и акриловый (жировой) фильтры (KR-60).

Три скоростных режима обеспечивает один электродвигатель-вентилятор. Внешний вид вытяжки представлен на рис. 3.22.

Остальные параметры аналогичны другим моделям кухонных вытяжек.

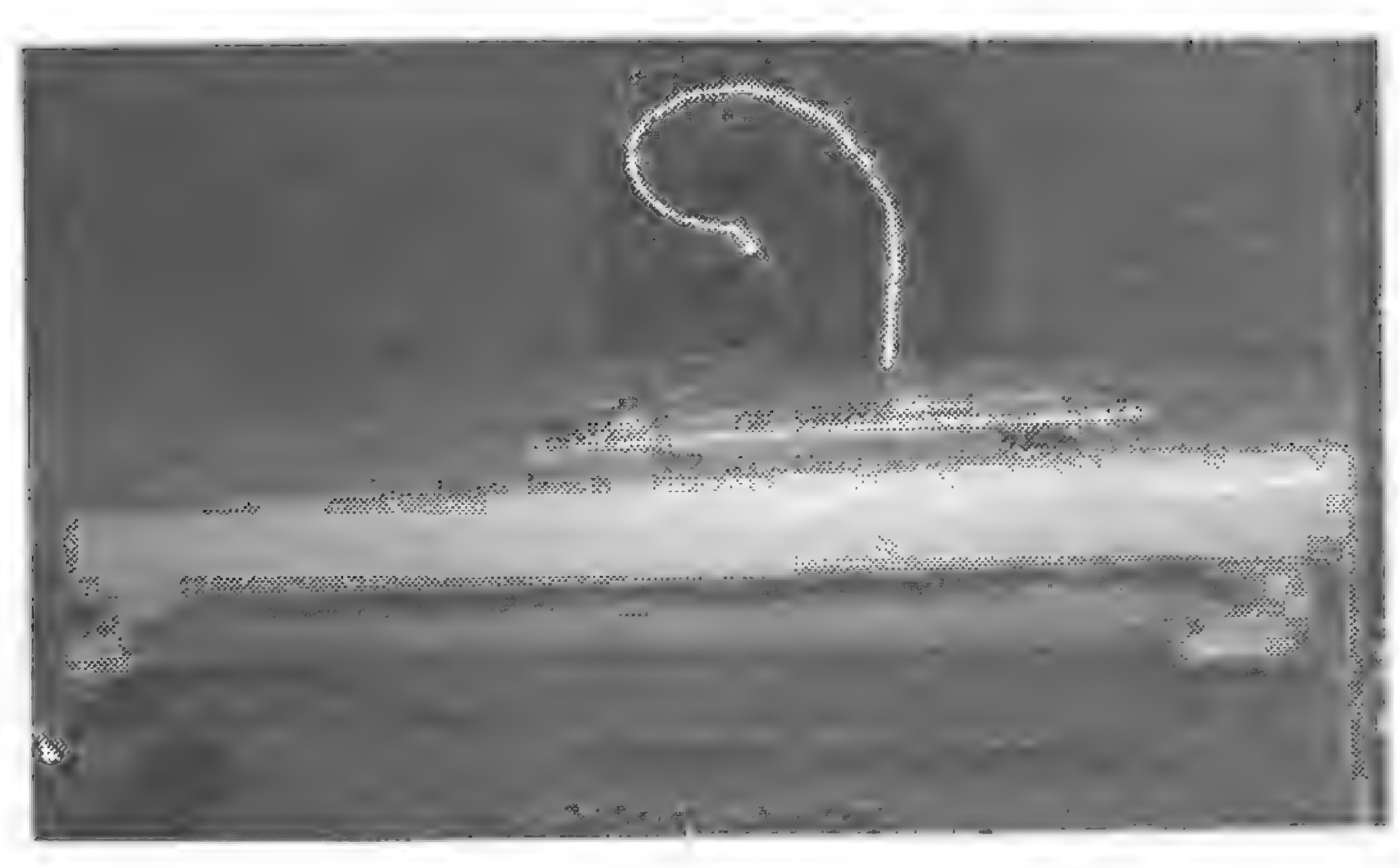


Рис. 3.22. Внешний вид кухонной вытяжки Bright

3.5.2. Индикатор загрязнения фильтров

Индикатор загрязнения фильтров с особо чувствительным датчиком CG-P1 и световым индикатором в виде неоновой лампы – для определения загрязненных поверхностей – можно купить отдельно или снять с современного пылесоса, к примеру Elenberg VS-2015 с максимальной мощностью 1400 Вт. На рис. 3.23 представлен вид на открытый корпус портативного пылесоса с датчиком пыли.

На рис. 3.24 вид этого датчика представлен более подробно.



Рис. 3.23. Вид на датчик пыли CG-P1 в пылесосе Elenberg VS-2015

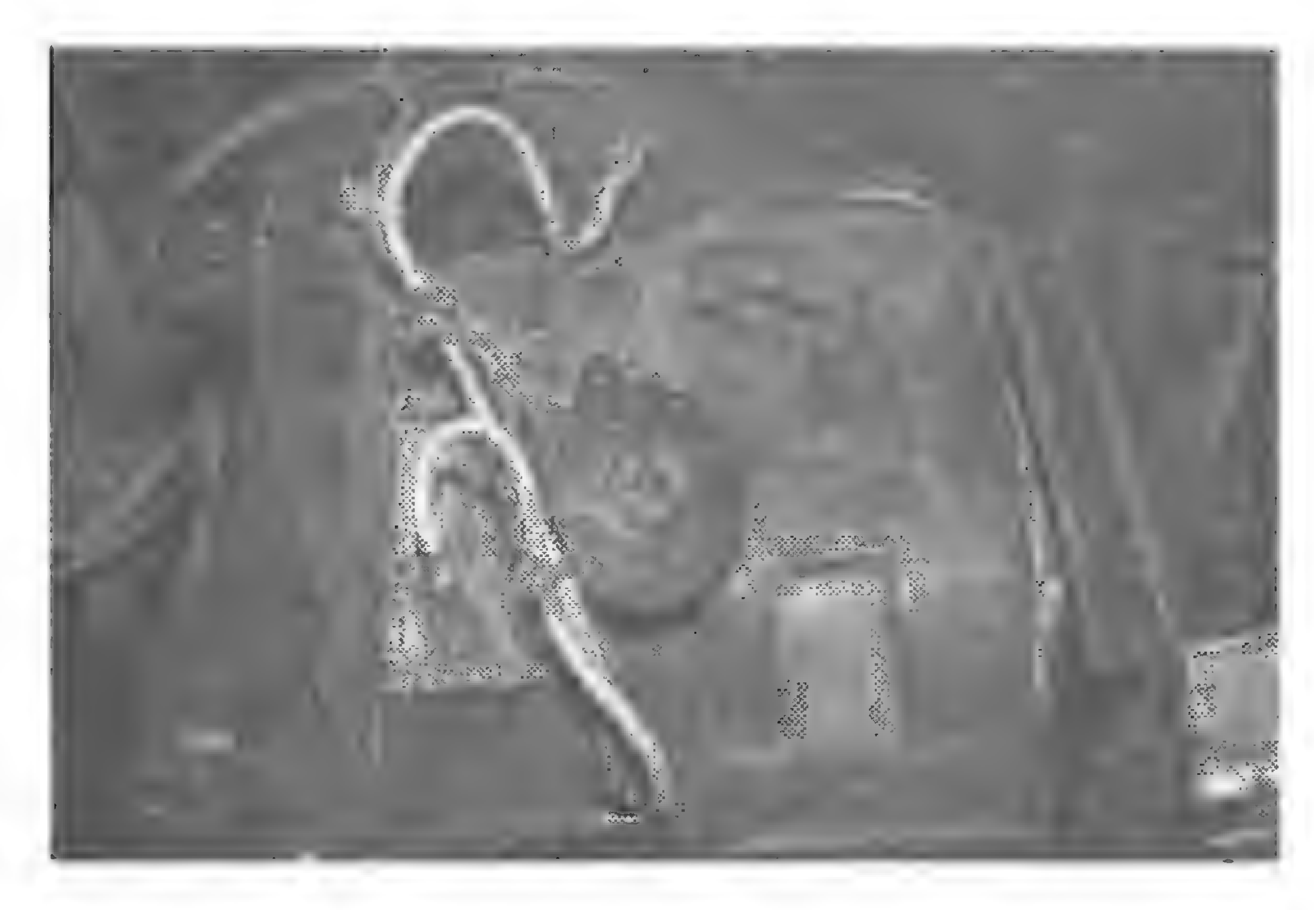


Рис. 3.24. Вид на датчик пыли CG-P1 крупным планом

3.5.3. Технические характеристики индикатора пыли CG-P1

- Ток до 20 мА.
- Напряжение 250 В переменного тока.
- Диапазон рабочих температур (в том числе температур входящего воздуха) 0–95 °С.
- Максимальное давление входящего воздуха 5 кРа.

Датчик пыли серии CG-P1 – это прибор автоматического выключения, подходящий для установки как защитное устройство индикации в пылесборниках и системах разных типов вытяжек. Однако промышленные кухонные вытяжки таким датчиком и индикатором не оснащены, что позволило в плане личной инициативы разработать и предложить для повторения рекомендации по усовершенствованию кухонной вытяжки Bright (и аналогичных).

Датчик пыли оснащен тонкой (внутренний диаметр 0,8 мм, внешний – 1,2 мм) полихлорвиниловой трубочкой (длина 25 см), которая с одной стороны подключается к датчику CG-P1, а другой ее конец касается непосредственно мешка пылесборника пылесоса, перед всасывающим раструбом вентилятора электродвигателя. При загрязнении пылесборника (накоплении в нем большого количества пыли) всасывание производится с трудом, поток всасываемого воздуха содержит в себе мельчайшие частицы пыли, которые через трубку попадают и воздействуют на датчик CG-P1. С помощью всасывающей трубки на датчик воздействуют частицы грязи и примесей, которые, возможно, присутствуют в воздухе.

При насыщенном частичками пыли воздушном потоке датчик CG-P1 изменяет свое внутреннее сопротивление с единиц ГОм до сотен и десятков (в случае сильного загрязнения и минимального давления воздуха) – в соответствии с графиком, представленным на рис. 3.25.

Материал трубочки может быть иным, к примеру аналогичный медицинской капельнице с малым внутренним диаметром. Датчик пыли CG-P1 неразборный, не ремонтнопригодный, не нуждается во внешнем уходе и чистке. Выпускаются изделия следующих номинальных диаметров, (мм): DN 25-40-50-65-80-150 – в соответствии с предназначением и объемом контролируемого воздушного потока. В бытовых пылесосах я встречал только 25 и 40-миллиметровые датчики.

Изменение сопротивления (регулировка чувствительности) может быть сделано только вручную с помощью поворота эксцентри-

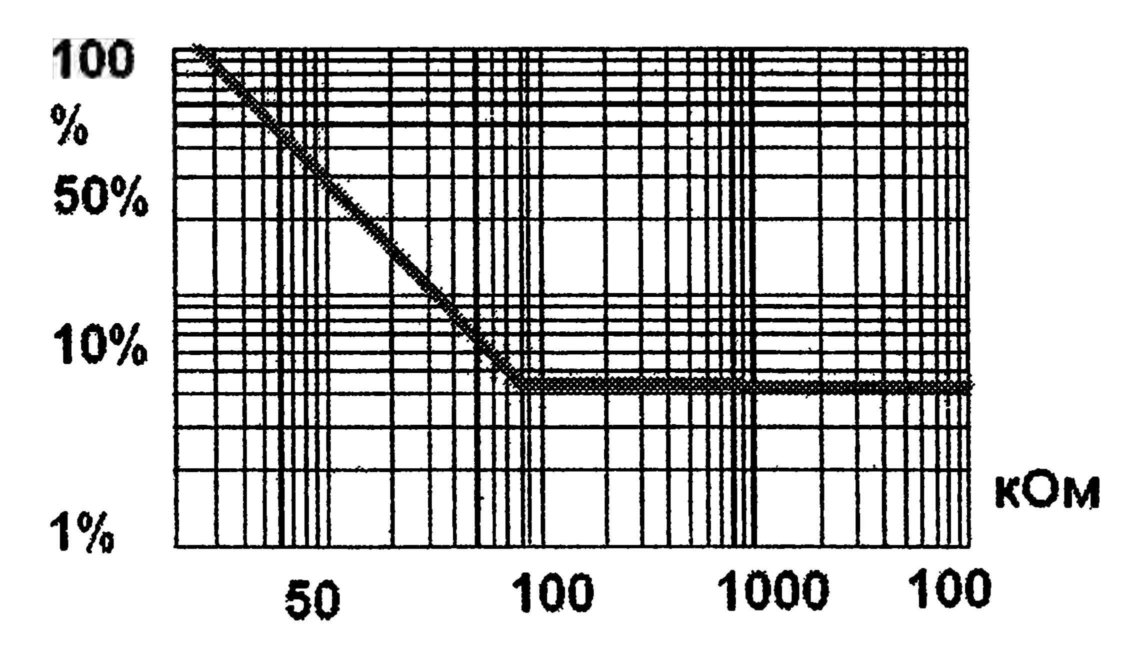


Рис. 3.25. График зависимости сопротивления датчика CG-P1 (кОм по оси ОХ) от загрязнения воздушного потока (в % по оси ОУ)

ческого вала в торце датчика (шлиц сделан под крестообразную отвертку) по часовой стрелке; с этой целью в датчике делается отверстие под винт.

Датчик подключается в электрическую цепь – согласно схеме на рис. 3.26.

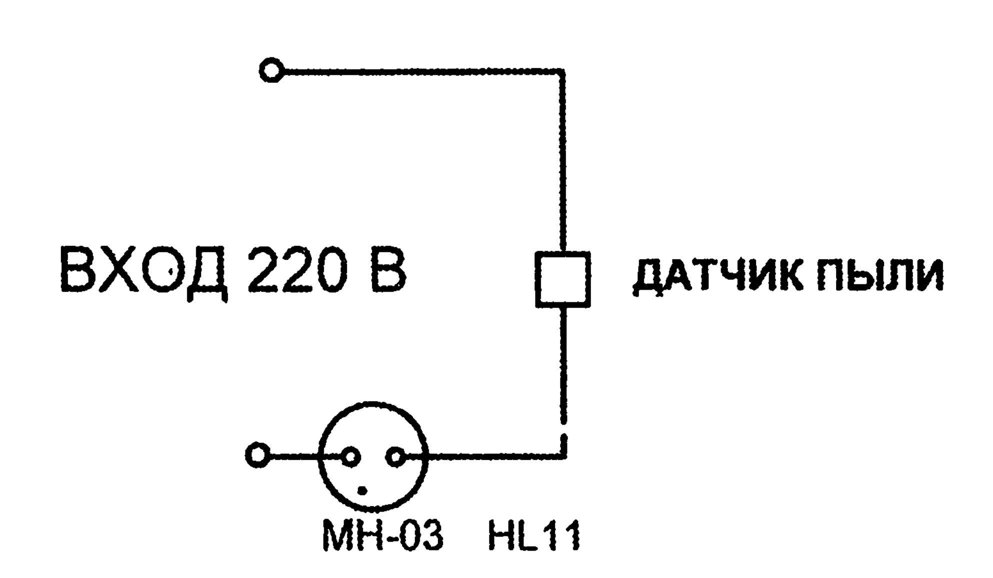


Рис. 3.26. Электрическая схема подключения датчика пыли и индикаторной лампы

В качестве индикатора используется любая неоновая лампа, в которой газ начинает светиться даже при незначительном токе в цепи, что вполне соответствует незначительному изменению сопротивления высокоомного датчика CG-P1. В качестве неоновой лампы можно применить и миниатюрную лампу от подсветки современных включателей освещения и вентиляторов. В пылесосе индикаторная лампа установлена на корпусе; при переносе рекомендуемой конструкции в корпус кухонной вытяжки Bright (и аналогичной) ее также выводят на переднюю панель – для визуального контроля загрязненности внутренних фильтров.

3.5.4. Метод установки датчика и индикатора в вытяжку

Сам датчик пыли CG-P1 устанавливается внутри корпуса вытяжки в любом удобном месте так, как это представлено на рис. 3.27.

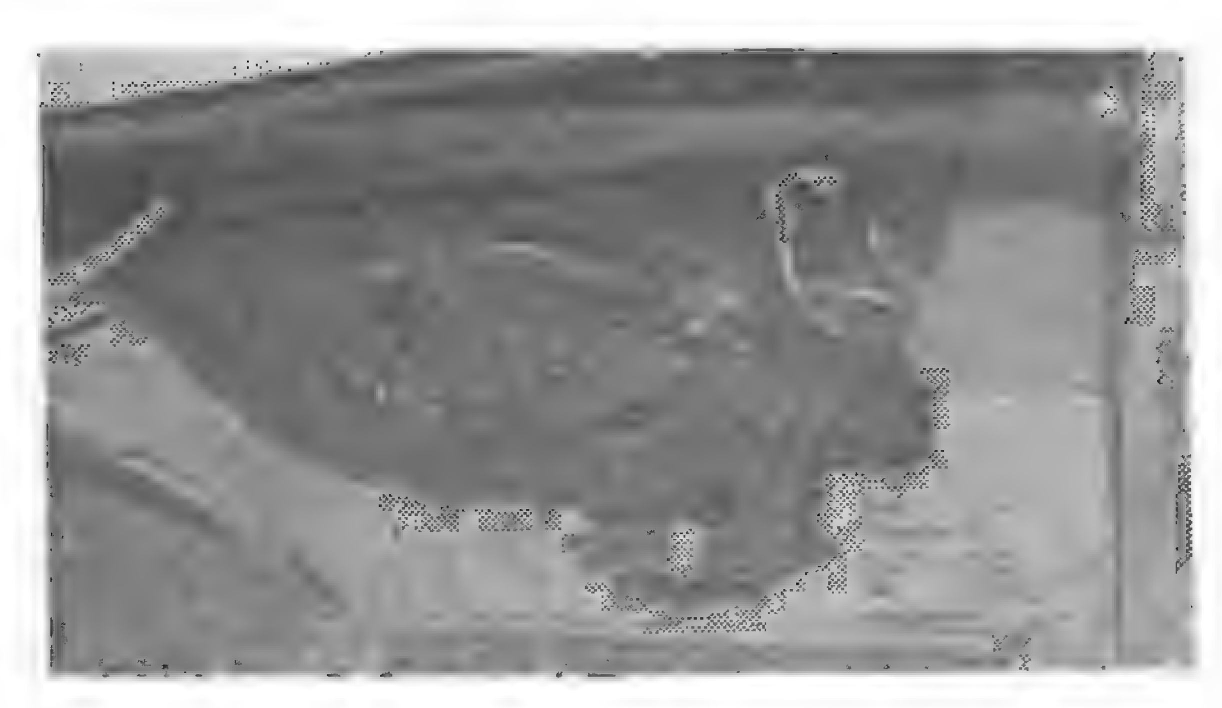


Рис. 3.27. Установка датчика пыли CG-P1 внутри вытяжки Bright

Для установки датчика пыли и индикатора в кухонную вытяжку открывают ее нижнюю крышку корпуса с фильтром типа KR-60 (см. рис. 3.28).

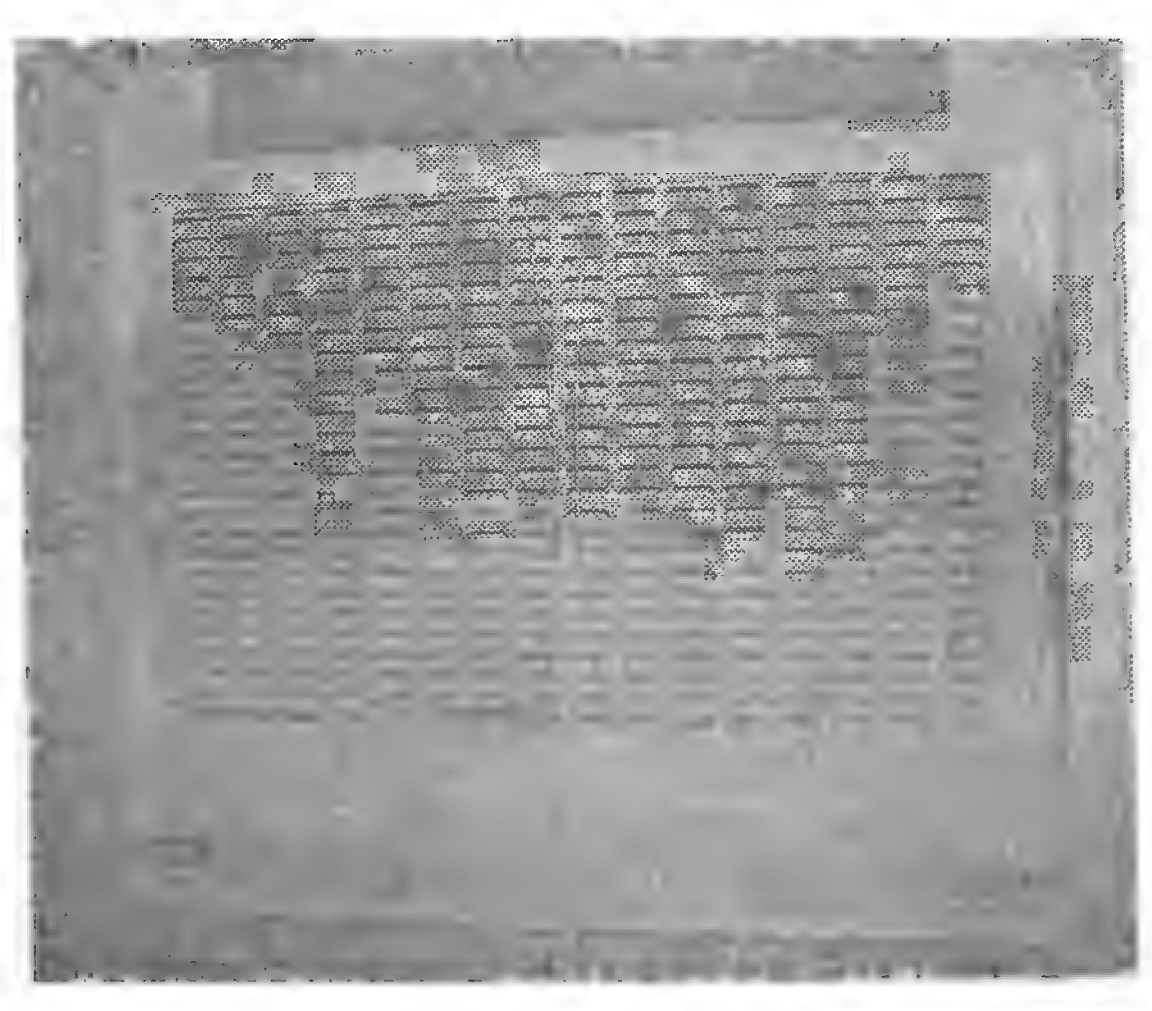


Рис. 3.28. Нижняя часть корпуса с местом установки акрилового фильтра KR-60

С помощью шуруповерта сверлят отверстие под крепление датчика и неонового индикатора, затем с помощью одного самореза устанавливают (фиксируют) датчик недалеко от входящего раструба всасывающего вентилятора вытяжки. Трубку всасывания воздуха располагают непосредственно перед всасывающим раструбом (для этого потребуется снять круглый угольный фильтр вытяжки, представленный на рис. 3.29) и фиксируют полоской скотча.

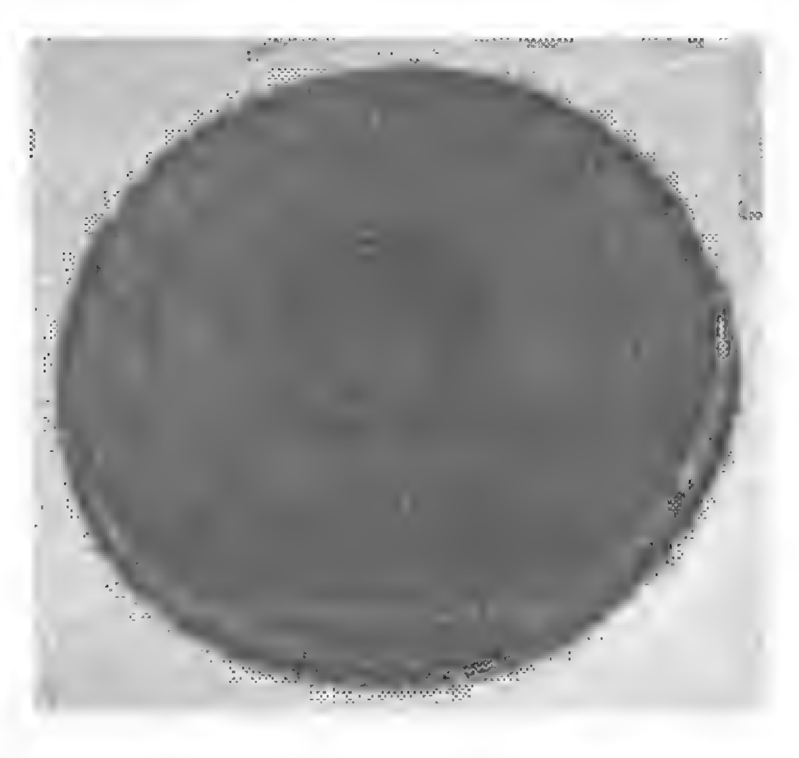


Рис. 3.29. Вид на угольный внутренний фильтр вытяжки Bright

Теперь доработка кухонной вытяжки закончена.

Не рекомендуется использовать пылесос или кухонную вытяжку, оснащенные фильтром S-класса или HEPA-фильтром, совместно с низкоэффективными многоразовыми тканевыми пылесборниками, поскольку чем хуже уровень очистки воздуха у пылесборника, тем раньше выйдет из строя достаточно дорогостоящий HEPA-фильтр.

По аналогии датчик пыли с индикатором может быть добавлен в другие промышленные и самодельные устройства – самостоятельно. Как пример одного из таких возможных устройств можно предложить автоматическую вытяжку для паяльной станции на рабочем месте радиолюбителя (монтажника) или в домашней лаборатории.

3.6. Необычный бесконтактный датчик присутствия

Небывалое – бывает.
Петр I
(и девиз на русской медали
XVIII века)

На первый взгляд устройство бесконтактного датчика присутствия покажется странным и по схемному решению, и по рекомендациям применения. Автор же создавал его с удовольствием, причисляя к разряду схем для «электрических фокусов». Эпатаж и гротеск в некоторой степени мне представляются ничем не худшими по сравнению, например, с серыми (по эмоциональному фону) и фундаментальными научными монографиями, статьями, исследованиями.

Иногда бывает весьма удобно автоматизировать быт в доме до такой степени, чтобы все световые, нагревательные, охлаждающие, ионизирующие воздух и другие приборы включались автоматически, без воздействия привычных и неоригинальных электрических выключателей («рубильников», как это я называю). Итак, вы приходите домой уставшими, после утомительного учебного дня или ночи, когда не хочется даже есть, а хочется всего лишь прилечь; вы не спеша подходите к дивану или креслу, садитесь (возлежите) на него, и (о, чудо!) тут же мягким приятным светом загорается настенный светильник – бра. Осталось только взять в руки книжку или любимый журнал, включить телевизор или продумать статью. Можно еще много чего сделать, однако дальнейшие действия – уже в компетенции читателей и экспериментаторов.

Чтобы воплотить в реальность такие мысли, нужно совсем немного – собрать приведенную на рис. 3.30 простую схему.

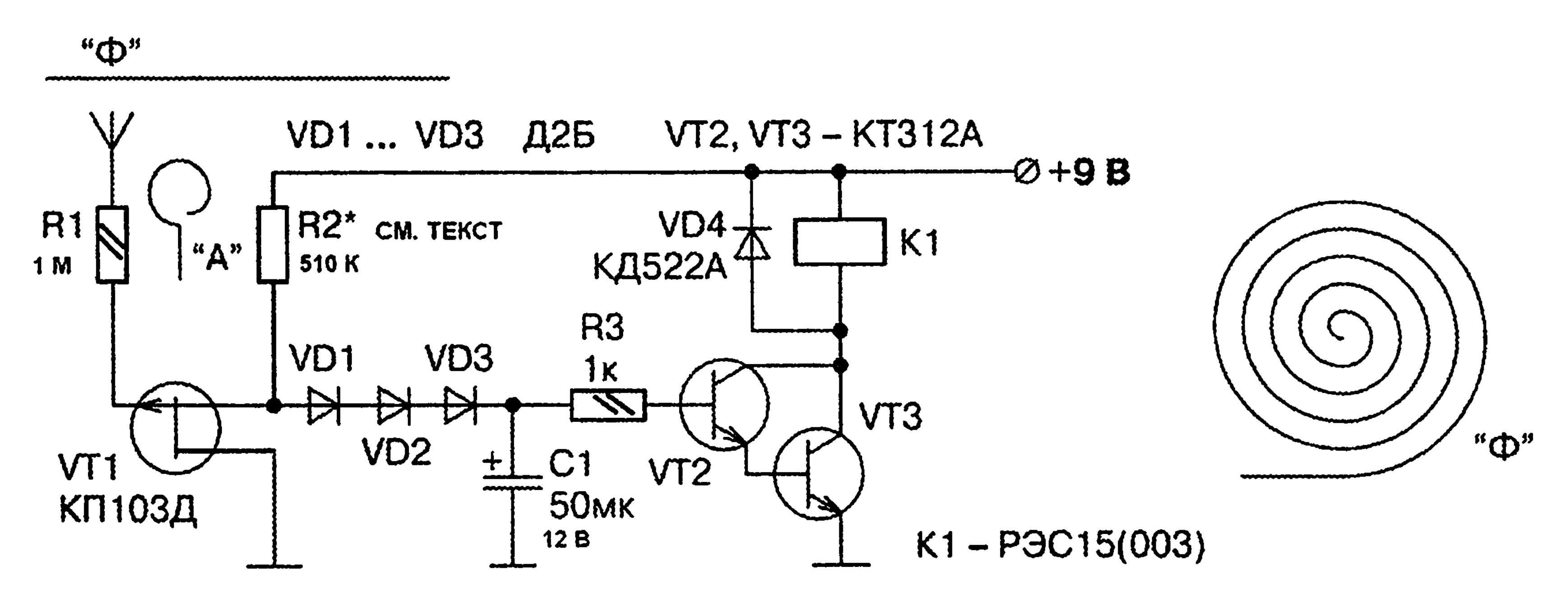


Рис. 3.30. Электрическая схема устройства

За основу схемного решения взята простая разработка искателя скрытой проводки на полевом транзисторе, однако, проведя ряд экспериментов и дополнив базовый вариант, удалось получить вполне самостоятельный и надежный автомат, реагирующий на изменение электрического поля.

В основе устройства лежит принцип чувствительности полевых транзисторов к статическому электричеству и сетевым наводкам. Как известно, сетевые наводки могут иметь место только в домах и квартирах, «опутанных и скрытых в стенах» электрическими проводами, и в открытом поле рассматриваемое устройство окажется бесполезным.

К контактам исполнительного реле К1 подключается нагрузка. Фазный изолированный провод (сечением 0,8–1 мм медной или

алюминиевой жилы – на рис. 1.29 обозначен «Ф») располагается «улиткой» на 5–6 витков и закрепляется на внутренней обшивке (стороне) сиденья кресла (дивана). На расстоянии 5–6 см от него, чуть ниже относительно плоскости кресла (дивана), ближе к полу располагается антенна чувствительного устройства, а рядом жестко крепится и само устройство в неэкранированном корпусе из любого диэлектрического материала. Когда кто-либо садится (опирается, ложится) на диванную мягкую поверхность (ложе), под весом и воздействием человека электрическое поле вокруг фазного сетевого провода приближается к датчику-антенне, улавливается им и передается на схему. Усиленный полевым транзистором VT1 и детектированный диодами VD1–VD3 полезный сигнал поступает на усилитель тока, реализованный на двух транзисторах VT2, VT3, – в результате включается исполнительное устройство.

При прекращении воздействия на ложе (сиденье) антенна А оказывается вне зоны воздействия электрического поля, реле отключается, отключается и бра.

На рис. 3.31 представлены конструкция устройства, крепление к неподвижным сиденьям и подключение.

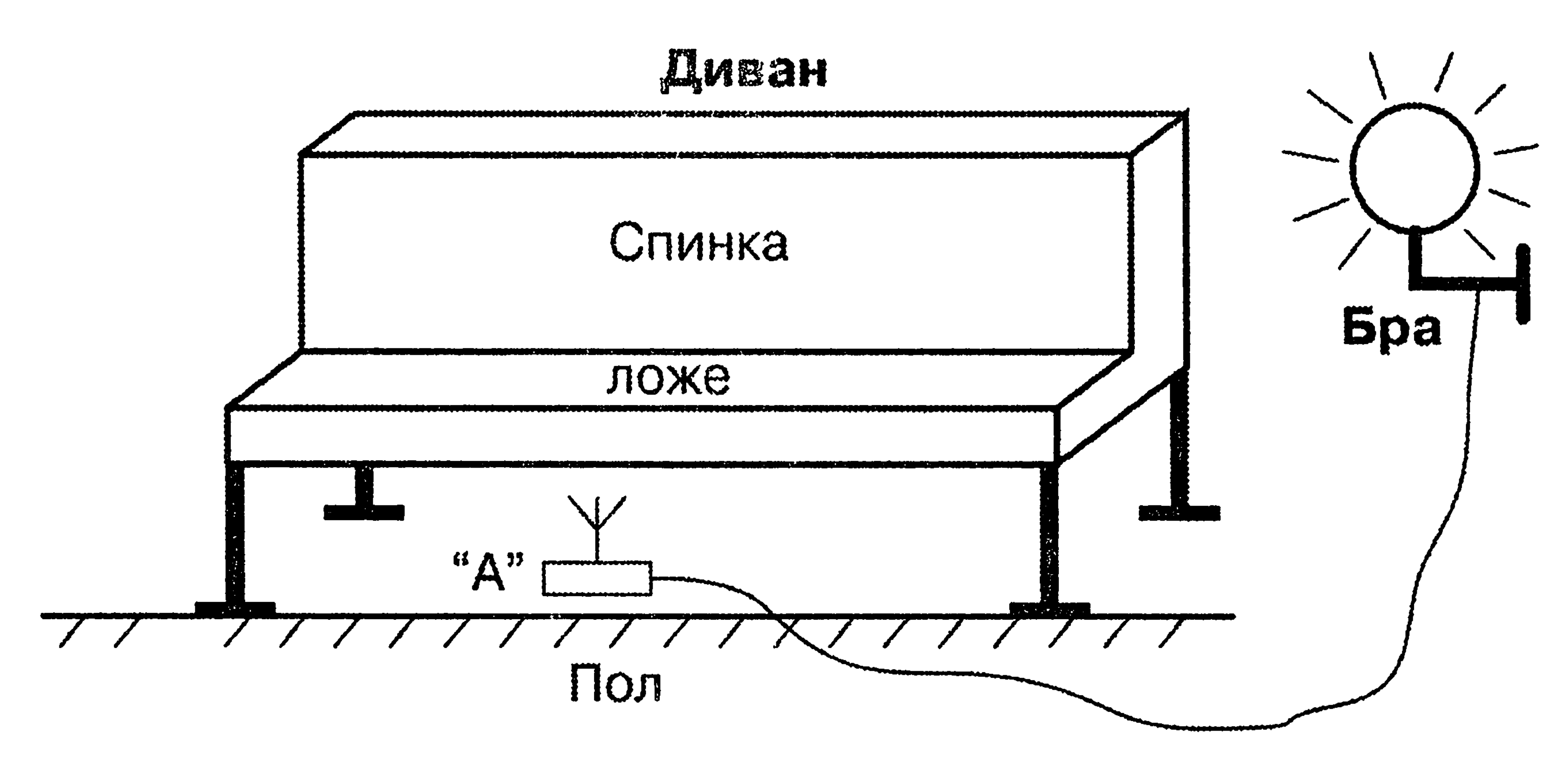


Рис. 3.31. Особенности конструкции устройства, крепления и подключения

Антенна «А» представляет собой отрезок металлической спицы для вязания или аналогичной токопроводящей проволоки общей длиной до 20 см, загнутый «вопросительным знаком» (см. рис. 1.29 «А»).

3.6.1. Принцип действия электроники

Когда в поле чувствительного приема антенны нет электрических сетевых наводок, полевой транзистор VT1 КП103Д (именно с ним удаются хорошие результаты) открыт и шунтирует остальную часть схемы, не давая достаточного потенциала на базу VT2. Диоды VD1–VD3 выпрямляют переменные наводки, не пропуская к электронному ключу на транзисторах VT2,VT3 положительный потенциал. Исполнительное реле K1 обесточено. При воздействии электрическим полем на затвор полевого транзистора в таком схемном решении он закрывается; положительный потенциал, выпрямленный диодной цепочкой и отфильтрованный конденсатором C1, поступает на базу транзистора VT2, открывает электронный ключ (усилитель тока), включает реле и нагрузку.

3.6.2. О деталях и настройке

Резистор R2 следует подобрать опытным путем для стабильного открывания оконечного транзисторного каскада. Как показали опыты, номинал резистора R1 может находиться в пределах 0,1–5 МОм. Диоды VD1–VD3 обязательно германиевые, возможны точечные типа Д2, Д9, ГД411. Конденсатор C1 типа К50-6, емкостью 50–200 мкФ.

Резистор R3 ограничивает ток базы транзистора VT2. Вместо КТ312Б можно использовать их аналоги КТ315 с любым буквенным индексом. Диод VD4 исключает дребезг контактов реле и сглаживает броски обратного тока через исполнительное реле K1. Если дребезг контактов до конца устранить не удается, необходимо подключить параллельно реле K1 оксидный конденсатор емкостью не более 50 мкФ в соответствующей полярности.

Налаживание устройства включает в себя подбор свободного расстояния между антенной A устройства и фазным проводом (производится опытным путем) и подбор резистора R2. При настройке его заменяют подстроечным резистором с сопротивлением 2,2 МОм с последовательно подключенным постоянным резистором на 100 кОм.

Общий провод устройства заземлять не нужно. При эксплуатации устройства следует соблюдать меры личной электрической безопасности (при монтаже и подключении фазного провода) и меры безопасности при работе с полевым транзистором. Так как он может выйти из строя при воздействии даже небольшой дозы статического электричества, производить монтаж полевого транзистора и на-

стройку схемы следует, заземлив маломощный паяльник (не более 25 Вт) и надев на руку антистатический заземленный браслет.

Схема работоспособна при стабилизированном напряжении источника питания 9–12 В, на выходе которого обязательна постановка емкостных фильтров – оксидных конденсаторов емкостью 2000–5000 мкФ на рабочее напряжение не ниже 16 В.

Исполнительное реле следует подобрать исходя из этих параметров – на напряжение срабатывания соответственно 8–11 В (с учетом падения напряжения на переходе транзисторов VT2, VT3, включенных по схеме Дарлингтона).

3.6.3. Варианты практического применения

Кроме предложенного варианта, схему можно применять в качестве бесконтактных датчиков (например, в виде сигнализаторов открывания двери – контакты исполнительного реле размыкаются при удалении фазы «Ф» и антенны «А» устройства друг от друга).

В качестве своеобразного ключевого устройства опознавания и доступа (использующего описанный здесь принцип работы). В ячейку между замаскированным источником сетевых наводок «Ф» и антенной устройства «А» вставляют металлическую карточку, экранирующую сетевые наводки. В этом случае принцип действия электроники изменится на обратный – при вставке экрана контакты исполнительного реле разомкнутся и отключат устройство нагрузки.

На рис. 3.32 представлен внешний вид устройства в корпусе, который прикреплен к стене рядом с диваном.



Рис. 3.32. Внешний вид готового устройства в корпусе, закрепленного рядом с диваном

Впрочем, вариантов использования такого бесконтактного датчика бесконечно много.

Хорошие результаты достигаются при использовании узла на полевом транзисторе в качестве устройства поиска неисправностей в высоковольтных цепях автомобилей. Дополнив первый каскад схемы устройства несложным мультивибратором и светодиодом, можно прослеживать и отыскивать неисправности в системах зажигания автомобилей.

3.7. Вибросигнализатор из сотового телефона

В качестве сигнала, привлекающего визуальное или слуховое внимание, можно использовать не только соответственно световые, мигающие (мерцающие) индикаторы в виде различных ламп, светодиодов (или иных информативных многосегментных индикаторов), различные звуковые индикаторы, но и вибрацию – как альтернативу всем вышеописанным сигнализаторам. Вибросигнализатор можно изготовить самостоятельно с помощью несложной электрической схемы и непосредственно миниатюрного электродвигателя с эксцентриком (взятого из старого, ненужного, морально устаревшего сотового телефона), который и будет являться в нашей конструкции вибросигнализатором. Особую «прелесть» придает разработке ее компактность и автономность – то есть возможность быстрого перемещения с места на место.

Вероятно, вы не раз оказывались в ситуации, когда нежелательно привлекать внимание многочисленных и важных гостей, но необходимо обеспечить сохранность дорогой вещи в собственном столе, не запираемом на ключ, или чтобы не будить спящих в одной комнате с вами людей; особенно актуально, когда в одной комнате с родителями (да, да, такое все еще встречается в наш гедонистический и материальный век) спят дети. К примеру, автор создавал эту простую разработку, которую сможет повторить любой желающий, даже школьник, именно в период взросления своей полугодовалой дочки; часто бывало, что нужно встать рано на работу, при этом не нарушить ее чуткий сон. Для всех вышеописанных случаев подойдет предлагаемое ниже устройство вибросигнализатора. Рассмотрим его действие на примере емкостной сигнализации приближения к охраняемому объекту.

Итак, представленная на рис. 3.33 схема представляет собой чувствительную автономную сигнальную систему с емкостным датчиком, охраняющую вещи в вашем рабочем столе. К слову, эта система сохранения дорогих и ценных вещей имеет потрясающие перспективные возможности по широкому спектру своего полезного действия.

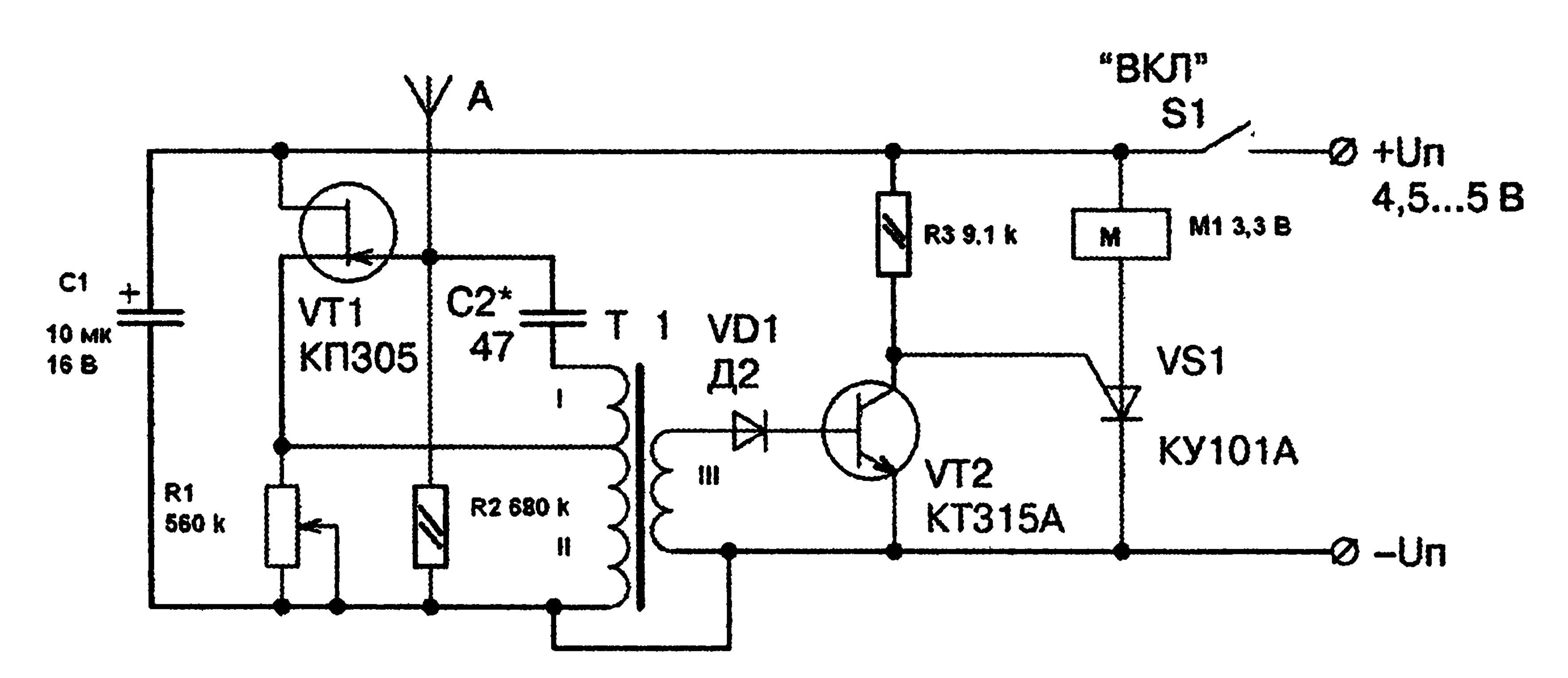


Рис. 3.33. Электрическая схема вибросигнального устройства

Устройство реагирует (срабатывает) на приближение человека (или любого другого живого предмета) к антенне А на небольшое расстояние до 1 м. Также оно будет реагировать (включать вибросигнализатор в анодной цепи тиристора VS1) и при прикосновении к антенне А. Чувствительность элементов схемы обеспечена применением во входном каскаде (VT1) ДМОП полевого транзистора КП305. В небольших пределах чувствительность можно еще усилить или ослабить, в зависимости от ситуации и необходимости, регулируя режим работы полевого транзистора через R1.

Устройство автономно; «запитано» от 3 элементов типа ААА (возможно применение аккумулятора) с суммарным постоянным напряжением 4,5 В и сохраняет работоспособность при падении напряжения до 2,7 В, а также при увеличении напряжения до 6 В.

Внимание, важно!

Не рекомендую читателям питать данную схему от стационарного, даже очень стабильного источника напряжения, ибо смысл работы устройства сразу потеряется – появляются провода и скрыть вибросигнализатор (см. рис. 3.34) от посторонних глаз невозможно.

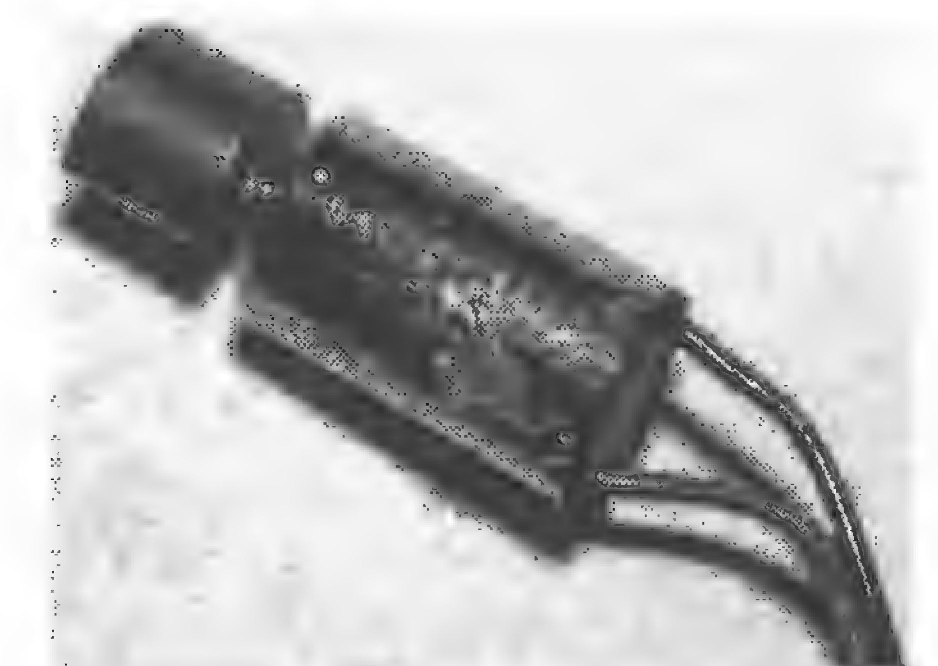


Рис. 3.34. Внешний вид вибросигнализатора – электромоторчика с экцентриком, взятым из сотового телефона Nokia 3310

Электромоторчик (без маркировки) хорошо работает при напряжении 2,2–3,8 В (с напряжением выше 3,8 не испытывался), при напряжении 3,3 В потребляет ток 24 мА. Его можно использовать по прямому назначению (вибрация) и в других радиолюбительских разработках.

По авторской задумке, устройство не содержит сложных деталей, помещается в небольшой диэлектрический неэкранированный корпус размерами с мыльницу, вне корпуса выводится лишь антенна А – отрезок гибкого изолированного провода длиной до 50 см.

Необходимо также уделить внимание подбору исполнительного реле К1 – для надежного срабатывания устройства при пониженном напряжении питания.

Ток, потребляемый схемой, в ждущем режиме крайне незначителен, составляет менее 5 мА, что обеспечивает (установлено практикой) месячную беспрерывную работу устройства в режиме ожидания.

Устройство приводится в действие в момент, когда кто-либо подходит слишком близко к антенне или прикоснется к ней. Чувствительность устройства такова, что сигнализация сработает, даже если «взломщик» наденет кожаные или резиновые перчатки. В соответствии с физическими законами работы тиристора вибросигнализатор М1 будет включен до тех пор, пока не обесточит все устройство кратковременным размыканием контактов включателя S1.

3.7.1. Особенности установки

Компактно смонтированное устройство нужно подвесить на внутреннюю сторону входной двери ближе к дверной ручке или замку (защелке).

Элементы схемы монтируются на небольшой монтажной плате. При монтаже необходимо следить за тем, чтобы длина проводников и выводов элементов была минимальной (для уменьшения помех, приводящих к возможностям ложного срабатывания), а также обеспечить меры безопасности для полевого транзистора, исключив воздействие на него статического электричества. Для этого следует заземлить жало маломощного паяльника, и не будет лишним применение на запястье антистатического заземленного браслета.

В качестве трансформатора T1 применяется популярный согласующий трансформатор СТ-1А с тремя обмотками – промышленного изготовления, которыми раньше оснащали портативные транзисторные радиоприемники, уже вышедшие из моды после широкого развития FM-диапазона вещания. Я рекомендую применить именно его, потому что он идеально подходит (разработка создавалась именно под СТ-1А), а также и потому, что наматывать новый трансформатор для такой простой разработки – на мой взгляд, непозволительная роскошь и потери времени.

В качестве транзистора VT2 можно использовать любой маломощный транзистор n-p-n проводимости с током коллектора не менее 50 мА.

На полевом транзисторе VT1 собран высокочастотный генератор, частота которого будет заметно меняться при приближении к точке А любого крупного предмета, поглощающего ВЧ-колебания. Изменения частоты можно зафиксировать на осциллографе с высокоимпедансным входом. Резистор R2 схематически подключен параллельно обмотке обратной связи и также (как второстепенный элемент относительно конденсатора C2) регулирует чувствительность узла.

В маленький корпус встройте монтажную плату, вибратор M1, выключатель S1 и элементы питания. Неполярный конденсатор C2, при необходимости, более точно подбирают для лучшего согласования с длиной и расположением антенны.

Оксидный конденсатор C1 установлен для стабильности питания; при понижении напряжения менее 4 В он «вытягивает» схему.

Практикой установлено, что данная охранная система надежно работает в сочетании с деревянными ящиками стола (любыми не проводящими ток материалами) и установленными на столе металлическими токопроводящими замками и защелками. К сожалению, металлические ящички и двери не способны обеспечить данной схеме правильную эксплуатацию – они слишком «экранируют» и перегружают маломощный генератор.

3.7.2. Принцип работы

В обычном (ждущем) режиме при подаче питания генератор на полевом транзисторе в сочетании с возбуждающейся обмоткой T1 генерирует ВЧ-колебания. С выхода вторичной обмотки (правая – по схеме) колебания выпрямляются диодом VD1, и этот положительный потенциал держит транзистор VT2 постоянно открытым. Резистор R3, ограничивающий ток в цепи транзистора VT2, не дает транзистору перегреться и выйти из строя. Коллекторно-эмиттерное напряжение (падение напряжения на переходе) транзистора в открытом состоянии практически равно нулю; это, в свою очередь, обеспечивает постоянно закрытое состояние тиристора VS1 (тиристор VS1 зашунтирован открытым транзистором VT2).

Антенна нагружает (при приближении объекта) высокочастотный генератор; его генерация срывается, в результате прекращается подача положительного открывающего напряжения на базу VT2, он закрывается, а тиристор, наоборот, открывается током через резистор R3 и включает вибрацию M1. Так как тиристор «запитан» от источника постоянного тока, он до тех пор останется в открытом состоянии, пока не разорвут цепь его питания или, хотя бы кратковременно, не обесточат схему.

3.7.3. Практическая польза

Этот простой прибор обладает некоторыми значительными достоинствами, такими как портативность, автономность, транспортабельность, развязка с сетевым напряжением переменного тока, простота устройства и небольшие затраты на его сборку и установку.

Между тем польза от применения устройства несомненна, особенно в тех ситуациях, когда нужно быстро и незаметно установить в целях безопасности сигнализацию от проникновения (и попыток) нежелательных лиц (животных).

С помощью представленной несложной разработки также можно сохранить сон ребенка, при этом самому ощущать сигнал вибрации, незаметный для других. Хотя надо заметить ради справедливости, что вариантов применения данного устройства, реализованного на низковольтном и миниатюрном электродвигателе с эксцентриком, очень много, и они ограничиваются только вашей фантазией.

3.8. Сенсорное устройство сигнализации входной двери

Среди сенсорных электронных устройств особое место занимают узлы, имеющие питание непосредственно от осветительной сети переменного тока 220 В.

То, что электронное устройство (тем более сенсорное), где управляющий импульс образуется от наводок переменного напряжения в теле человека, не имеет развязки от сети, теоретически может пугать радиолюбителя из-за кажущейся опасности передачи через сенсорный контакт переменного напряжения самому человеку. С точки зрения безопасности, эти опасения несостоятельны. Опасности поражения электрическим током здесь никакой нет. Независимо от фазировки подключения в осветительную сеть устройство абсолютно безопасно для повторения и использования. Элементы схемы заземлять не надо. Единственное ограничение: монтаж и проверку надо выполнять при отключенном напряжении, а при подключенном в сеть устройстве нельзя касаться руками и неизолированным инструментом деталей и элементов, несущих сетевой потенциал. Рассмотрим схему сенсорного сигнализатора прикосновения к металлической входной двери, представленную на рис. 3.35.

Функциональный принцип работы не отличается от любых других электронных узлов, в основе которых имеется триггер (устройство с двумя устойчивыми состояниями).

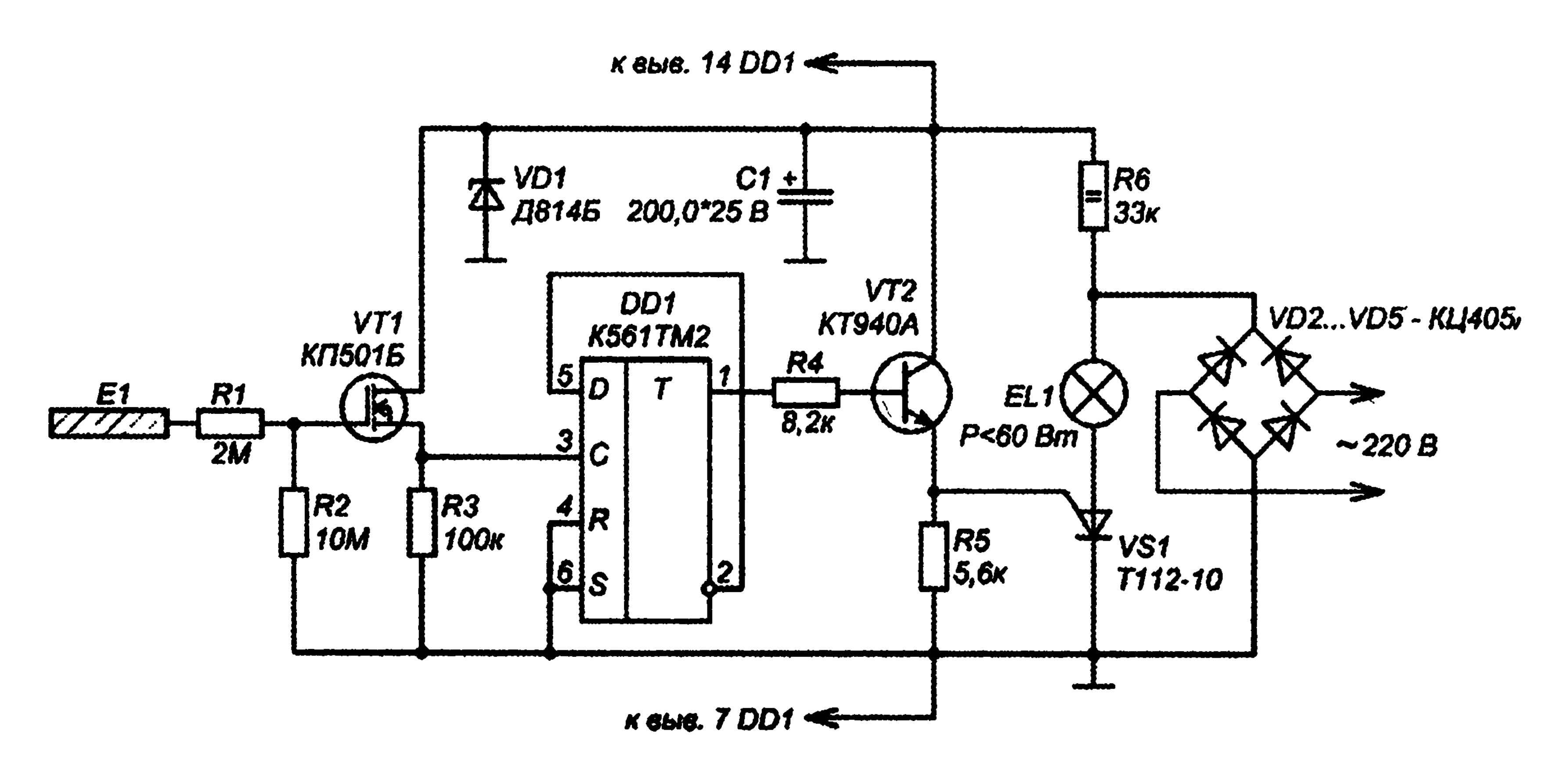


Рис. 3.35. Электрическая схема сенсорного устройства сигнализации с задержкой выключения

3.8.1. Принцип работы

Устройство, содержащее триггер, включит лампу накаливания EL1 от любого прикосновения к контакту Е1 и оставит ее во включенном состоянии до тех пор, пока на сенсор Е1 не будет оказано повторного воздействия. При повторном касании сенсора устройство переключится в другое устойчивое состояние, и лампа накаливания EL1 погаснет. Время нахождения триггера в каждом из двух устойчивых состояний не ограничено, пока на устройство подано питание.

Электронный узел триггера собран по классической схеме на логической микросхеме DD1 К561ТМ2 (в данной схеме задействован только один элемент этой микросхемы). С выхода микросхемы DD1 управляющий сигнал поступает на усилитель тока на транзисторе VT2.

В эмиттерной цепи транзистора VT2 включен управляющий электрод тиристора VS1. При напряжении на нем более 3 В тиристор открывается и способствует включению лампы накаливания EL1.

Полевой транзистор VT1 имеет большое (в несколько десятков мегаом) сопротивление перехода сток–исток–затвор, что препятствует попаданию сетевого напряжения на сенсорный контакт, а резисторы R1 и R2 общим сопротивлением 10 МОм ограничивают ток настолько, что потенциал осветительной сети на сенсоре Е1 незаметен.

Сенсор Е1 коротким неэкранированным проводником с общей длиной до 25 см подключается в любую точку металлической двери (см. рис. 3.36).

Наведенное на сенсоре электрическое поле наводок переменного напряжения через сенсор-проводник поступает на затвор полевого

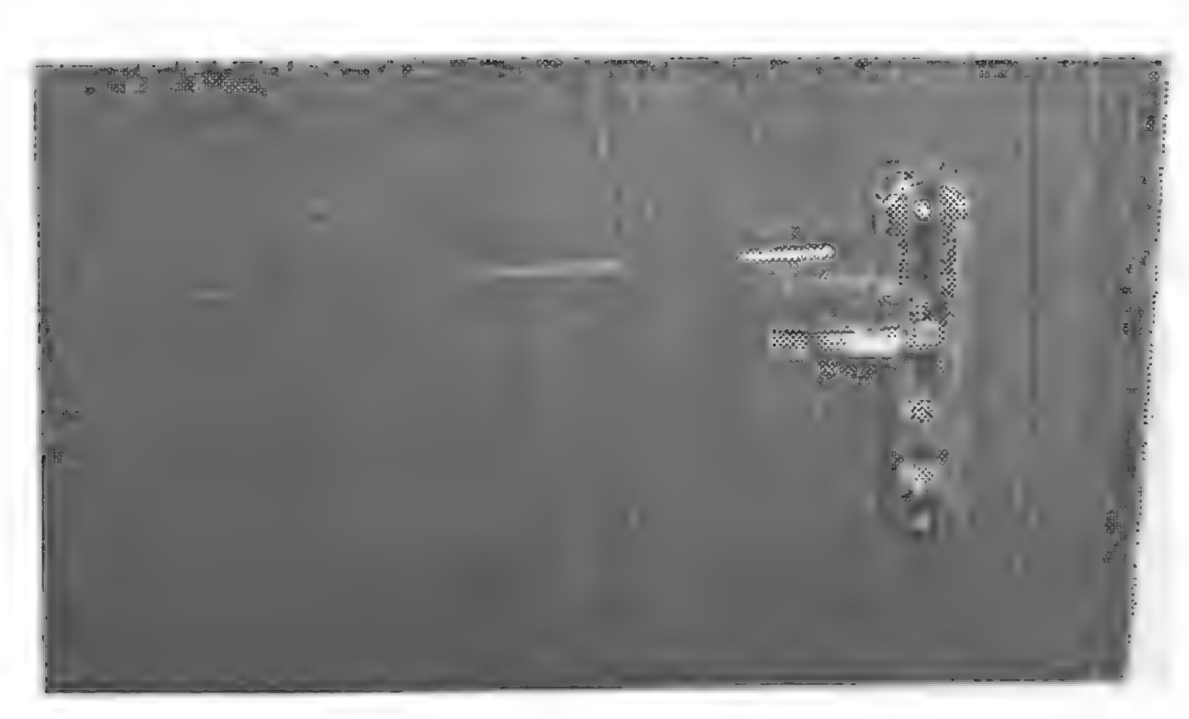


Рис. 3.36. Современная металлическая дверь из тонкой жести, к которой подключается проводник Е1

транзистора VT1, приводит к его открыванию. Вход С (вывод 3 DD1) шунтирует резистор R3. Триггер вновь перебрасывается при каждом положительном импульсе на входе С. Вследствие этого потенциал на выходе элемента микросхемы DD1 (вывод 1) меняется на обратный по логическому состоянию.

В тот момент, когда на выводе 1 микросхемы DD1 присутствует низкий уровень напряжения, транзистор VT2 закрыт и нагрузка обесточена. При высоком логическом уровне на выходе DD1 транзистор и тиристор, соответственно, находятся в открытом состоянии и на нагрузку (EL1) поступает напряжение питания.

Мерцания лампы в данной схеме практически незаметно, так как выпрямление напряжения осуществляется четверкой диодов, включенных по мостовой схеме.

3.8.2. О деталях и монтаже

Транзистор VT1 заменяют на КП501 с любым буквенным индексом, КП7131А9 или на микросборки КР1014КТ1, 2VN2120, ZN2120, содержащие аналогичные транзисторы.

Лампа накаливания EL1 рассчитана на напряжение 220–235 В и мощность 7–60 Вт.

Данный электронный узел может включать и автоматически выключать различные электронные приборы с мощностью до 60 Вт. При мощности нагрузки, превышающей это значение, тиристор VS1 устанавливают на теплоотвод, изолированный от корпуса.

Все постоянные резисторы – типа МЛТ-0,5, MF-50, Р1-4, С1-4, С2-26, С2-33 или аналогичные. Оксидный конденсатор С1 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Его тип К50-24, К50-29 или аналогичный. Стабилитрон VD1 заменяют на КС175А, Д808, Д814А или на аналогичный с напряжением стабилизации 6–12 В. Выпрямительные диоды VD2–VD5 заменяют на КД226В, КД258Б, Д112-16 – и аналогичные, учитывая, что их обратное напряжение не должно быть менее 300 В.

Вместо дискретных диодов можно применить готовый выпрямительный мост типа КЦ402А, КЦ405А, КЦ407А. Вместо транзистора VT2 можно применить КТ940А–КТ940Г, КТ630А– КТ630В, КТ814Б–КТ814Г. Тиристор VS1 должен быть с минимально возможным током управляющего электрода (для типов приборов, рассчитанных на соответственное напряжение осветительной сети). Кроме указанного на схеме, это может быть Т112-16-х или другой,

с худшими характеристиками, например типа КУ201К–КУ201М, КУ202К–КУ202М.

Устройство собирают на монтажной плате и закрепляют в корпусе из диэлектрического материала. При монтаже элементов стремятся к тому, чтобы их выводы имели минимальную длину (для уменьшения влияния помех).

Силовую часть монтируют так, чтобы корпуса тиристора и выпрямительных диодов (в случае применения дискретных диодов) не имели контакта с другими элементами (не санкционированного по электрической схеме).

Если триггер находится в том устойчивом состоянии, когда нагрузка отключена, устройство практически не потребляет тока – эта величина ничтожно мала и находится в пределах 5 мА.

При включении нагрузки ток возрастает до 12–14 мА без учета тока потребления лампы накаливания EL1.

Устройство можно питать и от источника питания с понижающим трансформатором. Напряжение питания в пределах 9–15 В. В случае питания от альтернативного источника питания в эмиттерную цепь транзистора VT2 можно подключить электромагнитное реле на напряжение, соответствующее напряжению питания устройства, контактами которого коммутировать нагрузку.

В налаживании устройство не нуждается и при исправных элементах начинает работать сразу после включения. Чувствительность узла можно подкорректировать изменением сопротивления резистора R2.

Устройство собирают на монтажной плате и закрепляют в корпусе из диэлектрического материала. При монтаже элементов стремятся к тому, чтобы их выводы имели минимальную длину (для уменьшения влияния помех). Устройство в корпусе закреплено на неподвижной раме двери (рис. 3.37).

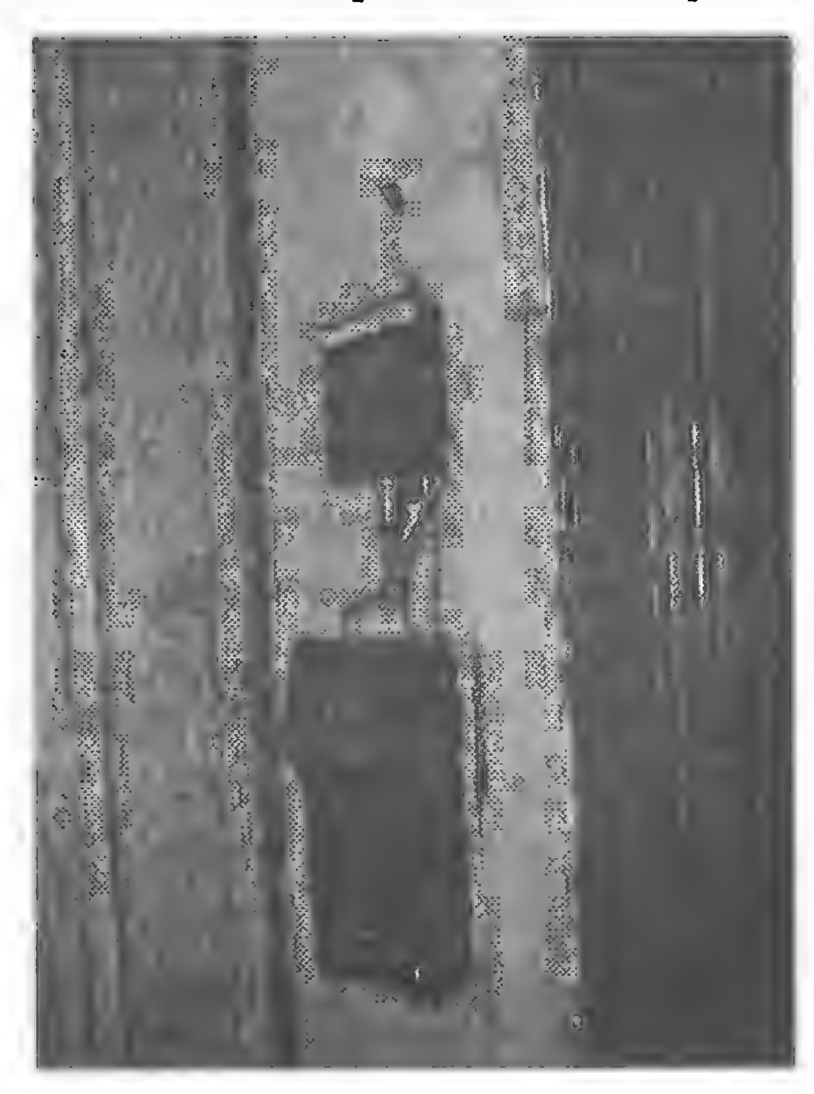


Рис. 3.37. Корпус устройства на косяке между двумя дверьми, рядом с их подвижными частями, в квартире автора (квадратная коробочка)

Силовую часть монтируют так, чтобы корпуса тиристора и выпрямительных диодов (в случае применения дискретных диодов) не имели контакта с другими элементами (не санкционированного по электрической схеме).

3.8.3. Варианты применения

Спектр применения устройства разнообразен и ограничивается только фантазией радиолюбителя.

Если изменить схему (см. рис. 3.38), в частности добавив в таймер КР1006ВИ1 и пьезоэлектрический капсюль НА1, между точками «А» и «а» (см. рис. 4 – точка «А», соединение С4 и VD2, точка «а» – С3, R6, R11, VD1 – соединенные воедино), получится очень чувствительное устройство, реагирующее на детонацию (постукивание, вибрацию) любой конструкции, к которой жестко зафиксирован пьезокапсюль.

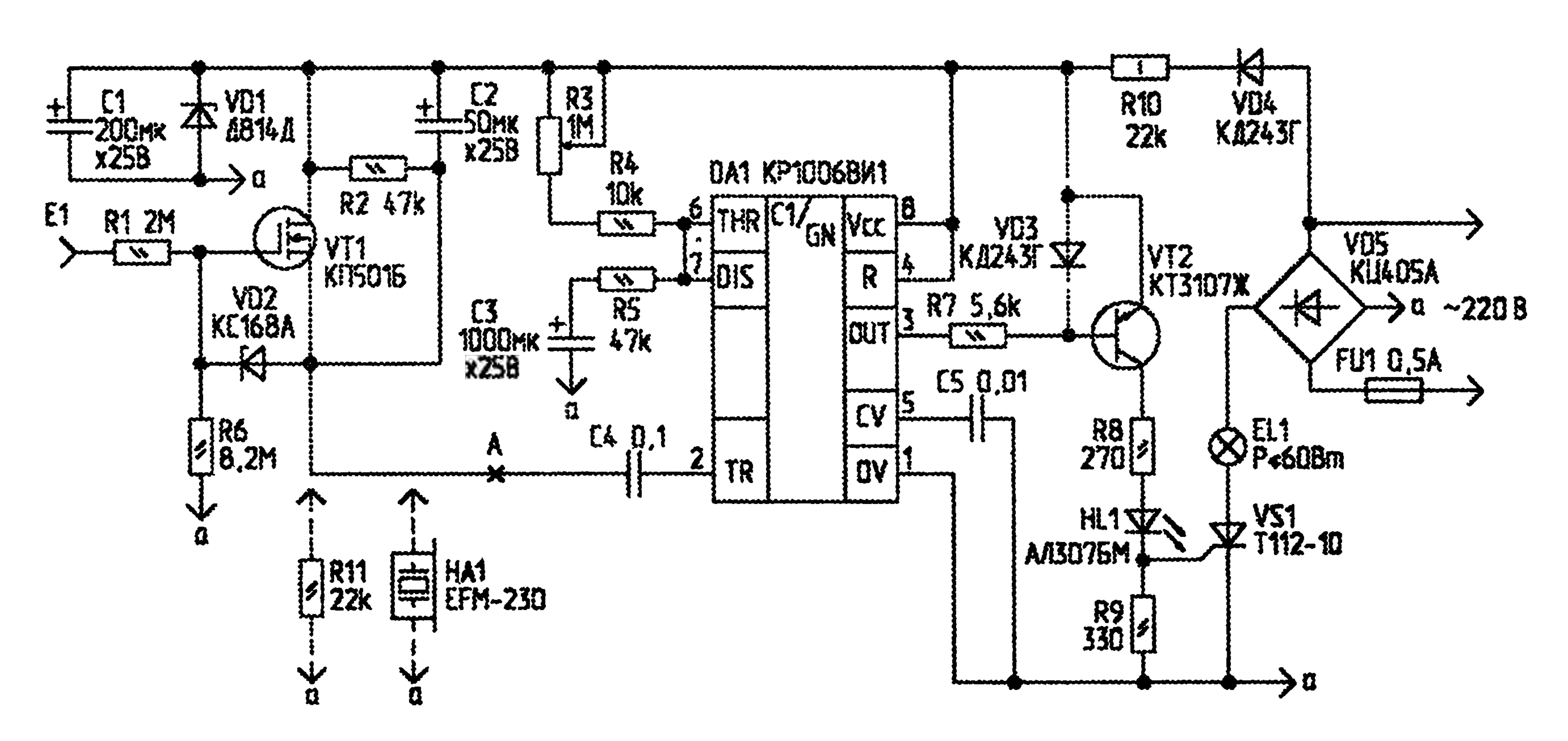


Рис. 3.38. Новый вариант устройства с пьезокапсюлем

Для этого в схему вводят дополнительный резистор R11 – место подключения показано на рис. 3.38. В этом случае устройство также работает в триггерном режиме: меняет состояние с каждым новым воздействием на капсюль НА1. Регулировка чувствительности осуществляется подстроечным резистором R3.

Кроме того, устройство может выполнять функции автоматического включателя, причем в качестве нагрузки может применяться любая активная – ночник, звуковой генератор, елочная гирлянда, украшающая праздник, и даже портативный музыкальный центр,

включающий музыку в результате касания сенсора (и отключающий ее при повторном касании).

Практически проверенные результаты дает применение устройства в качестве оригинального сигнализатора наличия аппетита у домашних животных. Оказалось, что кота и собаку можно без особого труда приучить к тому, чтобы они носом касались сенсорной пластины, установленной у миски питания. Таким образом, при касании домашнего животного сенсора раздается мягкий (не пугающий животное) звуковой сигнал, сообщающий людям, что их «младшие друзья» непременно хотели бы поесть.

Устройство работает только при наличии в осветительной сети напряжения 220 В. Поэтому при несанкционированном отключении электроэнергии устройство сигнализации окажется бесполезным. Особенность устройства – в том, что сенсорный узел, как и все другие сенсоры, эффективен только там, где есть наведенное в человеке (или животном) электрическое поле переменного тока, – в жилых и производственных помещениях, но будет бесполезен в поле, в горах и на открытой местности.

Приложение 1

Современные сканеры

Сканер (англ. *scanner*) – устройство, которое, анализируя какой-либо объект, создает цифровую копию изображения объекта. Процесс получения этой копии называется сканированием. Такое наиболее точное, на мой взгляд, описание представлено в энциклопедии «Википедия»: http://ru.wikipedia.org/wiki/.

Сканером также называют устройство, которое при помощи аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) создает цифровое описание изображения внешнего для персонального компьютера (ПК) образа объекта и передает его посредством системы ввода/вывода (порты) в ПК.

Различают ручные (англ. *Handheld*), рулонные (англ. *Sheet-Feed*), планшетные (англ. *Flatbed*) – наиболее популярные для бытового применения – и проекционные сканеры. О некоторых из них мы подробнее поговорим ниже. Разновидностью проекционных сканеров являются слайд-сканеры, предназначенные для сканирования фотопленок. В высококачественной полиграфии используются барабанные сканеры, в которых в качестве светочувствительного элемента используется фотоэлектронный умножитель (ФЭУ).

Первые ручные сканеры были популярны в начале 90-х годов XX века, когда других просто не было (или последние имели баснословную стоимость). Большинство ручных сканеров первого поколения были монохромными и для освещения изображения использовали свет нескольких светодиодов (красного или зеленого свечения). «Ручники» имели специализированный интерфейс, подходящий к определенному типу компьютеров, к примеру Atari STБ, Apple Mac или Commodore Amiga.

В сравнении с планшетными сканерами первые ручные сканеры имели компактные размеры, выполняли идентичные функции, но справлялись с задачей на порядок хуже. Так, отсканировать стандартный лист А4 за один проход не представлялось возможным: необходимо было последовательно обрабатывать несколько участков, при цветном сканировании зачастую появлялись ореолы, искажалась цветовая гамма. Главной же проблемой являлось соблюдение постоянной скорости – в большинстве случаев не получалось добиться равномерного движения, что приводило к искажению получаемого

изображения. Современные ручные сканеры давно перешагнули первоначальную специализацию, которая предполагала только сканирование изображений. Сегодня устройства, считывающие штрих-код в магазинах (и на кассе тоже), банковские и иные карты с магнитной полосой или чипом, бесконтактные карты и даже RFID-метки (прикрепляют к товару для уменьшения краж, потерь в магазинах) – все это можно по праву назвать сканерами. Однако поскольку нам интересны только сканеры в классическом понимании этого определения, для работы с ПК далее будем рассматривать именно их, и начнем с наиболее популярных в быту – планшетных сканеров.

Принцип работы сканеров различного типа

Принцип работы однопроходного планшетного сканера состоит в том, что вдоль сканируемого изображения, расположенного на прозрачном неподвижном стекле (символами вниз), движется сканирующая каретка с источником света (рис. 1).

Отраженный свет через оптическую систему сканера (состоящую из объектива и зеркал или призмы) попадает на три (и более) расположенных параллельно друг другу фоточувствительных полупроводниковых элемента на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС), каждый из которых принимает информацию о компонентах изображения. Однопроходным такой сканер называют «за то», что для сканирования изображения с относительно небольшим разрешением (менее 300 dpi) потребуется только один проход каретки со специальной лампой или мощным светодиодом; dpi – значение параметра «точек на дюйм изображения».

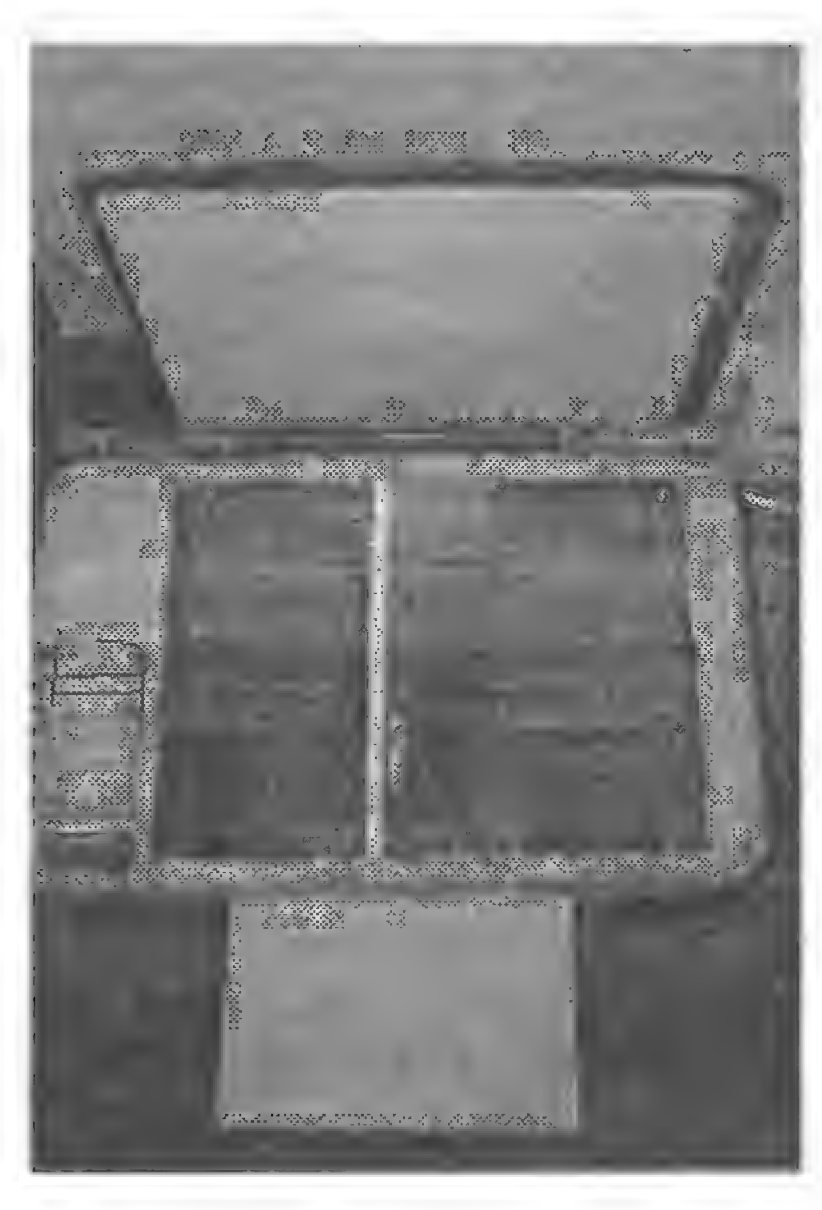


Рис. 1. Вид на подвижную каретку сканера

Сегодня самой популярной и современной моделью планшетного сканера является Xerox DocMate3460 стоимостью более 60 000 рублей; его технические характеристики рассмотрены ниже. Однако покупать такой профессиональный, с позволения сказать, прибор не каждому по карману, да для дома и нет необходимости; есть более простые и вполне удовлетворительные современные модели, которые работают без ремонта в течение нескольких (на моей практике по 3–4 года) лет и сменяются новыми лишь оттого, что устарели морально. Таким образом, можно с уверенностью говорить о том, что практически любой современный сканер – весьма надежное устройство, несмотря на то что в его составе (см. определение выше) имеются подвижные механические части, приводимые в действие маломощными электродвигателями.

При анализе различных брендов, фирм и конкретных моделей часто возникает вопрос: какая фирма лучше, какая хуже, какое должно быть стекло – пластик или минеральное? какая разрешающая способность и глубина цвета будут оптимальными (или минимальными) для использования сканера в быту, как это делаем мы с вами. Далее разберемся и в этих вопросах.

Различные бренды и их особенности

Наиболее популярные бренды (названия фирм-производителей) – это прежде всего Canon, Epson, Hewlett Packard, Xerox и относительно новая фирма – Plustek, которая уже несколько лет производит, но только недавно стала поставлять на российский рынок свою продукцию в виде цветных планшетных сканеров формата А4. Остальные бренды (и модели) останутся за рамками данного обзора не потому, что недостойны, а потому, что ни один обзор не вместит в себя полную информацию об анализе всех моделей продающихся сегодня в России сканеров. Скажу лишь, что в настоящее время не стоит удивляться расширению ассортимента (сегмента) производства отдельных фирм, ранее специализирующихся на чем-то одном; к примеру, сейчас никого не поражает, что фирма Rolsen, традиционно специализировавшаяся на бытовой технике в виде пылесосов и холодильников, сегодня выпускает и телевизоры тоже. Поэтому если вы, уважаемый читатель, увидите в продаже сканер фирмы Texet – это уже нормально. Как правило, в таком устройстве будет примерно тот же набор сервисных функций, что и в уже

знакомых нам брендах, но стоить Texet будет в разы дешевле (из-за комплектации и механизмов). Тут каждый выбирает для себя сам. За собой оставлю лишь мнение: все сканеры и многофункциональные устройства (МФУ) сегодня выпускаются в КНР, куда предусмотрительные фирмачи – для оптимизации издержек – давно перенесли свои производства-филиалы.

Canon

Разработанная компанией Canon скоростная технология Multi-Photo экономит время, позволяя сканировать за 1 проход каретки несколько оригинальных изображений (в том числе фото). Оригиналы (изображения) можно просто разложить на стекле, не теряя времени на их выравнивание, так как система Multi-Photo сама автоматически их распознает, обрежет, выровняет и создаст отдельный файл для каждой фотографии.

Epson

Сканеры Epson имеют отличное качество. Разрешение 240×4800 dpi, 48-битная глубина цвета для контрастной и четкой цветопередачи. Датчик сканирования EPSON Matrix CCD, технология MicroStep Drive и On-Chip MicroLens для максимального качества передачи изображения оригинала. Многофункциональное быстрое сканирование с меню EPSON SmartPanel и клавишей QuickStart. Интерфейс USB 1.1, USB 2.0. Встроенный модуль для сканирования прозрачных оригиналов. Отличный выбор для дома, фото и дизайна.

Hewlett Packard

Обработка бумажной документации в офисах относится к одной из трудоемких работ, на которую затрачивается большое количество времени. Быстродействующие и надежные сканеры фирмы Hewlett Packard максимально обеспечивают эту задачу и минимизируют затраты на обработку бумажной документации. Таким образом, сканеры Hewlett Packard будут незаменимыми помощниками в обработке документации там, где ее много, а также являются хорошим примером универсального устройства ввода информации.

Plustek

Модели сканеров Plustek представляют собой CCD-сканеры, имеющие оптическое разрешение 600×1200 dpi с глубиной фокуса до 3 см, что позволяет сканировать не только плоские, но и объемные объекты. Оснащены пятью функциональными кнопками на передней панели, которые позволяют вызвать установленное программное обеспечение для копирования, отправки электронной почты, распознавания текста, энергосбережения и настройки.

Сравнительная таблица наиболее популярных планшетных сканеров

Модель	Тип	Слайд-адаптер	Формат (max)	Улучшенное разрешение (max), dpi	Стандартное разрешение, dpi	Тип датчика	Мощность при работе / в режиме ожидания, Вт
Canon CanoScan LiDE 700F	планшетный	есть	A4	19200×19200	9600×9600	CIS	2/1
Canon CanoScan LiDE 110	планшетный	нет	A4	19200×19200	2400×4800	CIS	2/1
Canon CanoScan 5600F	планшетный	есть	A4	19200×19200	4800×9600	CCD	19
Canon CanoScan LiDE 210	планшетный	есть	A4	19200×19200	4800×4800	CIS	2/1
Epson Perfection V330 Photo	планшетный	есть	A4	12800×12800	4800×9600	CCD	нет данных
Epson Perfection V33	планшетный	нет	A4	12800×12800	4800×9600	CCD	нет данных
HP ScanJet G2410	планшетный	нет	A4	1200×1200	1200×1200	CCD	нет данных
HP ScanJet G4010	планшетный	есть 120×120 мм	A4	4800×9600	4800×4800	CCD	нет данных

Современные сканеры, как правило, имеют интерфейс USB 2.0 и совместимость с ПК типа IBM PC и MAC, что вполне соответствует современным стандартам. Формат файла сканирования PDF, JPEG, DOC.

Что актуально при выборе сканера

При выборе сканера и анализе (сравнения) технических характеристик (различных моделей одного типа, к примеру планшетных сканеров) важны такие параметры, как скорость сканирования цветного и черно-белого (монохромного) изображения, глубина цветопередачи, максимальная разрешающая способность. Первые два параметра определяют быстродействие сканера; то есть сколько страниц (изображений, соответственно цветных или монохромных) можно сканировать за определенный период времени. К примеру, для сканера Canon CanoScan LiDE 700F эти параметры соответственно будут:

- скорость сканирования (цветн.) 34,3 мс на линию (4800 dpi);
- скорость сканирования (ч/б) 11,4 мс на линию (2400 dpi);
- глубина цвета 48 бит.

Чем выше все три показателя – скорости сканирования, глубины цветопередачи и разрешения (dpi), тем лучше, но и дороже будет сканер.

Кроме монохромного или цветного изображения, во всех моделях современных сканеров есть возможность программно (через меню сканера в ПК) задавать в пределах максимальных возможностей параметр разрешения (в dpi). От установки значения данного параметра будут зависеть качество отсканированного изображения, цветопередача, скорость сканирования и «вес» (объем) готового файла. К слову, лучше всего сохранять отсканированные изображения в растровом формате tiff; такой файл отлично (эффективно) сжимается архиватором RAR. К примеру, файл с разрешением tiff объемом 11 Мб будет архивирован RAR до объема 1 Мб и менее, в зависимости от настроек архиватора; такой минимизированный файл намного удобнее пересылать по электронной почте или даже хранить в ПК (чтобы места не занимал).

Другой не менее важной особенностью является материал стекла, через которое сканируется изображение. Минеральное стекло в хороших моделях сканеров используется чаще всего. Его отличительная особенность – прочность, прозрачность. Органическое стекло (пластик) легче и хорошо сопротивляется ударам, по весу весьма легкое, в то время как минеральные стекла утяжеляют сканер. Тем не менее пластик – это расплавленный природный кварцевый песок с различными добавками. Он значительно дешевле стекла, но и менее ценен, со временем стекло из пластика темнеет. Неболь-

шие царапины на пластике в домашних условиях не исправляются (пластик не полируется). С другой стороны, сканеры, оснащенные стеклами из высококачественного пластика, в разы дешевле «стеклянных» и легче. Если вы покупаете сканер на короткое время, можно взять самый дешевый со стеклом из пластика в соответствии со сравнительными характеристиками бюджетных моделей, представленными ниже. Для хорошего сканера, купленного для вашего удобства на годы, в том числе совмещенного с МФУ, лучше подойдет стекло. Подобным же методом подходят и к выбору линз для очков, фотоаппаратов и в других случаях. Здесь экономия сомнительна.

Достоинства Canon CanoScan LiDE 700F

Тонкий корпус, тихий и быстрый сканер. Без громоздких блоков питания («запитывается» от USB, по которому же и качает файлы). Может стоять на столе вертикально. Это особенно удобно, когда место на рабочем столе ограничено: задвинул сканер за плоский монитор – его и не видно.

Дополнительные особенности «планшетника» Canon CanoScan LiDE 700F: 4 кнопки EZ Button.

Сканер имеет отдельный модуль сканирования слайдов и негативов. Позволяет оцифровывать слайды с отличным качеством. Это важно для тех уже довольно пожилых людей, бабушек и дедушек, кто сохранил на память старые пленки (слайды, негативы); ведь еще 30 лет назад цифровых фотоаппаратов в свободном доступе не было (были лишь некоторые счастливцы – обладатели «полароидов»). Многие сегодня хотят оцифровывать свои архивы пленок, в том числе 35-миллиметровых негативов. Цветопередача, оттеночность – все на высоте. Приятное и простое программное обеспечение, сканировать можно пакетно и поштучно, что тоже запишем в «плюсы». Есть функция дескрининга. Крышка сканера на магнитах – сама дожимает документы к стеклу. К примеру, на сканерах некоторых других моделей для сканирования тетради или брошюры, выпуклых листов картона приходилось сверху класть пачку бумаги.

Canon CanoScan LiDE 700F – простой и функциональный сканер для любой цветной работы (кроме скана пачек с распечатками). Хорош для дома, поскольку почти не займет места на рабочем столе. Средняя розничная стоимость Canon CanoScan LiDE 700F на февраль 2011 года – 3950 рублей. Это средняя модель и по стоимости, и по параметрическим характеристикам.

Достоинства и недостатки Canon CanoScan LiDE 110 (рис. 2)

Скорость сканирования: 15 сек.; сканирует оттенки серого с разрешением 300 dpi. Относительно недорогая (бюджетная) модель, как и предыдущий, питается от USB. Программное обеспечение (ПО) работает хорошо, устанавливается без проблем. Тип источника света – светодиод (LED). Однако в данном случае недостатков нашлось больше, чем достоинств.



Рис. 2. Canon CanoScan LiDE 110

Недостатки:

- 13 секунд времени тратится на возврат каретки в исходное состояние; 15 секунд сканирует изображение с оттенком серого (средняя опция между черно-белым и цветным изображениями при прочих равных условиях – установленного разрешения), затем еще 13 секунд ожидает возврата, чтобы сканировать дальше, итого 28 секунд – это относительно много за один прогон;
- 30 секунд сканируется цветное изображение с разрешением 300 dpi плюс 13 секунд на возврат каретки в исходное состояние, итого 43 секунд;
- сканер имеет CIS-матрицу (не CCD). Это означает, что если вы сканируете книгу, если она толстая и у нее глубокий разворот, то из-за неплотно прикрытой крышки сканера вблизи к центру отсканированное изображение будет расплываться. При удалении дальше, чем на 0,5 см от стекла, отсканированное изображение расплывается. Если бы была CCD-матрица, то все было бы четко.

Сканер хорошо подходит только для сканирования плоских серых текстов, таких как документы на листах. Максимум – тонкие книги либо книги без глубокого разворота между страницами. Хотел

сделать электронную версию толстого справочника, распознать и искать по нему текст. Данный сканер эту задачу решить не может.

Вывод: несмотря на ограничение бюджета в кармане покупателя (стоимость сканера 2700 руб.), для ученика и тем более студента такой сканер, на мой взгляд, дешев, но слабоват.

Canon CanoScan 5600F (рис. 3)

Из достоинств Canon CanoScan 5600F – высокое качество сканирования как на отражение, так и на просвет. Кроме этого:

- продуманная (функциональная и ударопрочная) механическая конструкция (рис. 3);
- удобный интерфейс ПО;
- встроенный блок питания;
- качественный интерфейсный кабель в комплекте;
- приятный ненавязчивый дизайн.

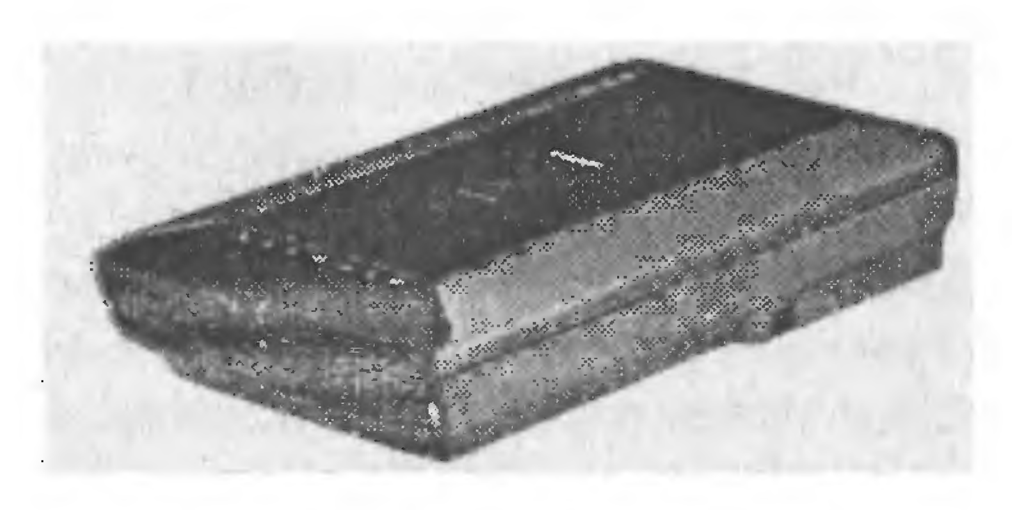


Рис. 3. Canon CanoScan 5600F

Функции автоматической коррекции следует применять осторожно; так, с помощью стороннего ПО порой можно получить лучший результат. Интерфейс прост и функционален, что и требуется для хорошего сканера. На мой взгляд, если оценивать, то параметры Canon CanoScan 5600F выше среднего; отличный вариант для школьника и студента, даже на перспективу. Параметры скорости и глубины цветопередачи:

- скорость сканирования (цветн.) 67,5 мс/линия;
- скорость сканирования (ч/б) 67,5 мс/линия;
- глубина цвета (внешн.) 48 бит.

Недостатки:

- несъемная крышка;
- излишне яркий индикатор на крышке;
- относительно немалые масса и габариты.

Вывод: превосходный для своей цены (5950 руб.) сканер. Замечательно сканирует негативы, не уступает специализированным пленочным сканерам (если хорошо подготовить пленку, тогда можно получить отличную сканированную копию даже из старых негативов).

Canon CanoScan LiDE 210

Более новая, улучшенная модель относительно Canon CanoScan LiDE 110.

Отличительные особенности устройства:

- скорость сканирования (цветн.) 2,2 мс на линию (300 т./д.), 33,2 мс на линию (4800 т./д.);
- скорость сканирования (ч/б) 2,2 мс на линию (300 т./д.), 11,1 мс на линию (4800 т./д.);
- глубина цвета 48 бит;
- глубина цвета (внешн.) 24 бит;
- количество оттенков серого 256;
- тип источника света – светодиод (LED).

Изображение (внешний вид) аналогично рис. 1.

Достоинства: высокая скорость сканирования (см. параметры выше), удобно расположенные кнопки быстрого доступа на корпусе, автоматический подгон изображения по размеру, питание от USB (внешнего БП нет). Хорошие параметры цветопередачи.

Вывод: хороший сканер по достойной цене, середнячок для школьника и студента. Работает быстрее многих CCD-сканеров с внешним питанием. В комплекте есть подставка для установки сканера «на ребро». Стандартная программа ПО многофункциональна и, на мой взгляд, сложна, но разобраться можно. Удобно придуманы кнопки быстрого доступа, нажал – и получил результат.

Epson Perfection V330 Photo (рис. 4)

Достоинства: адекватная цена и хорошее качество сканирования. Подвижный модуль в крышке для сканирования пленок.

Недостаток: несовершенная рамка для пленок (слайдов). Во всех предыдущих моделях, кроме относительно дешевого и простейшего Canon CanoScan LiDE 110, такая рамка идет в комплекте.



Рис. 4. Epson Perfection V330 Photo

Вывод: не идеально, но за небольшие деньги (4500 руб.), вероятно, хороший вариант. На максимальное разрешение программировать нет смысла из-за большого размера файлов. Лучше сканировать в профессиональном режиме, используя те настройки, в которых вы разобрались, остальное доверьте автоматическому выбору софта.

Epson Perfection V33 (рис. 5)

Достоинства:

- удобное ПО;
- быстрое сканирование;
- высокое качество отсканированных изображений.

Обнаруженный недостаток: нет адаптера для пленки (слайдов, негативов). Хотя понятно, что и такой адаптер не всем сегодня нужен; в XXI веке живем...

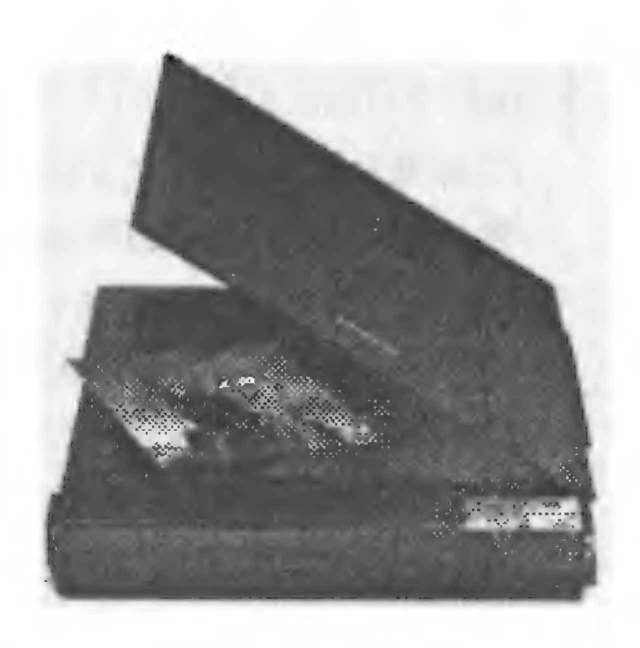


Рис. 5. Epson Perfection V33

Вывод: хороший сканер по очень хорошей цене (3600 руб.).

Произвело хорошее впечатление именно программное обеспечение, все удобно, просто, понятно и в то же время очень функционально.

Отличный сканер для домашнего использования и широкого круга пользователей.

HP ScanJet G2410 (рис. 6)

Недостатки: при переходе на ОС Windows-7 начинает очень сильно «тормозить». Из механических проблем: слетала крышка с направляющих, легко пачкалось стекло, через год эксплуатации стало как «подкопченное».

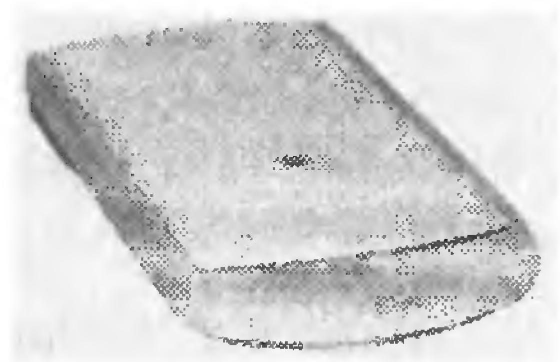


Рис. 6. HP ScanJet G2410

Вывод: дешево (2200 руб.) и сердито. Не функционально. Ищу сейчас другой, к примеру HP ScanJet G3110. Хотите менять аппаратуру чаще, чем раз в год, – купите эту модель.

HP ScanJet G4010 (рис. 7)

Достоинства: быстрое сканирование при разрешении 300 dpi, скорость возврата каретки – около 8 сек.

Недостатки: ПО подвело, при работе в сети нагревается до 45 °С, чего у других моделей замечено не было.

Вывод: средняя модель; при стоимости 5200 руб. пользователь платит, скорее всего, за бренд, с учетом того, что за аналогичные материальные средства можно купить (см. выше) лучше и функциональнее.

На этом мы завершаем публикацию первой части обзора современных моделей сканеров. Здесь мы рассмотрели наиболее популярные модели (всех не охватит никакой обзор), с точки зрения оптимального сочетания цена – качество на современном рынке сканеров, их достоинства, недостатки, нюансы сравнения и выбора. Разумеется, есть модели более дорогие и функциональные, профессиональные и многопрофильные. Упор данной статьи был сделан именно на те модели сканеров, которые может себе позволить молодой человек (девушка) для домашнего использования.